Aus dem pathologischen Institut der Universität Leipzig.
(Direktor: Prof. Marchand.)

Untersuchungen über Hirngewicht, Hirnvolumen und Schädelkapazität.

Mit einer Figur im Text.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der medizinischen Doktorwürde
vorgelegt der hohen medizinischen Fakultät
der Universität Leipzig

von

Otto Rudolph
aus Ehrenfriedersdorf i. S.

Von der medizinischen Fakultät gekrönte Preisschrift.

Jena
Gustav Fischer
1914.

Aus dem pathologischen Institut der Universität Leipzig.
(Direktor: Prof. Marchand.)

Untersuchungen über Hirngewicht, Hirnvolumen und Schädelkapazität.

Mit einer Figur im Text.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der medizinischen Doktorwürde
vorgelegt der hohen medizinischen Fakultät
der Universität Leipzig

ACAD. LUGD. BAT. BIBL.

von

Otto Rudolph
aus Ehrenfriedersdorf i. S.

Von der medizinischen Fakultät gekrönte Preisschrift.

Jena
Gustav Fischer
1914.

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät der Universität Leipzig.

Referent: Prof. Dr. Marchand. Dekan: Prof. Dr. Sattler.

24. Oktober 1913.

Abdruck aus den „Beiträgen zur pathologischen Anatomie und zur allgemeinen Pathologie", begründet von Ziegler, herausgegeben von Aschoff und Marchand. (Bd. LVIII H. 1.)

Die statistischen Arbeiten über Maß- und Gewichtsverhältnisse des menschlichen Gehirns reichen kaum acht Jahrzehnte zurück: Die ersten Veröffentlichungen über das Hirngewicht des Menschen erschienen um 1835 ungefähr gleichzeitig in Deutschland (Tiedemann), England (Sims) und Frankreich (Lelut). Daran schlossen sich in den folgenden Jahrzehnten bis in die neueste Zeit eine Reihe von Untersuchungen, die entweder nur das Hirngewicht betrafen, oder die Beziehungen der Gehirngröße zum gesamten Organismus: die Abhängigkeit des Hirngewichts von Körpergewicht und Körpergröße, und ebenso den Einfluß des Lebensalters, des Intellekts oder der Geisteskrankheiten auf die Größe des Gehirns.

Zu erwähnen sind ferner Untersuchungen, die das Gehirngewicht auf indirektem Wege bestimmten, entweder aus der Kapazität des macerierten Schädels, oder beim lebenden Menschen aus den äußeren Kopfmaßen, wobei man den Horizontalumfang als Proportion der Schädelkapazität ansah. Es wurden verschiedene Verbesserungen dieser völlig unzureichenden Methode angegeben, so das sinnreiche planimetrische Verfahren der Cephalographie von Rieger (19) und die neuerdings von Tandler (20) ausgeführten Versuche, durch geeignete stereometrische Röntgenaufnahmen den Schädelinnenraum zu rekonstruieren. Doch hat man auch mit den letztgenannten Methoden keine sicheren Aufschlüsse über die Größe des Gehirns gewinnen können, da das fälschlich als konstant angenommene Raumverhältnis von Gehirn und Schädel sehr weiten, in ihren Ursachen nur z. T. geklärten Schwan-

kungen unterworfen ist. Wir berücksichtigen daher nur die Ergebnisse einiger neueren Arbeiten, die sich auf wirkliche Gehirnwägungen gründen.

Mit dem schon häufig erörterten Zusammenhang von Hirngewicht und geistiger Begabung beschäftigen sich Donaldson, Spitzka, Matiegka u. Buschan. Spitzka hat 96 (+ 3) Hirngewichte von hervorragenden Personen mit genauer Quellenangabe zusammengestellt, die ein Durchschnittsgewicht von 1473 g ergaben, doch ohne bestimmte Beziehungen zu einzelnen Berufen. Buschan hat die Hirngewichte von 106 hervorragenden Vertretern der Künste und Wissenschaften (mit Einschluß der Fälle von Spitzka) zusammengestellt und mit den von Marchand bei der hessischen Bevölkerung gefundenen Hirngewichten verglichen. Dabei ergab sich, daß von den Gehirnen berühmter Männer etwa ein doppelt so hoher Prozentsatz ein Hirngewicht von über 1450 g aufweist als die männlichen Hessen mittleren Alters. Vor allem sind die abnorm hohen Hirngewichte bei den Gelehrten stärker vertreten und außergewöhnlich leichte Gehirne selten: Über 1700 g schwere Gehirne bei den über 40 Jahre alten Hessen 1,4 % (?), bei den Gelehrten 8,4 %; über 1760 g schwere Gehirne bei den Hessen 0, bei den Gelehrten 7,5 %; unter 1200 g schwere Gehirne bei den Hessen 5,7 %, bei den Gelehrten 0,9 %. Doch können diese Zahlen keinen Anspruch auf Genauigkeit machen.

Zu ähnlichen Ergebnissen gelangte Manouvrier, der an Stelle der Hirngewichte die Kapazität der Schädel von 32 Gelehrten mit der der Pariser Durchschnittsbevölkerung verglich.

Diese auffälligen Befunde beweisen aber noch keineswegs, daß ein Mensch von bedeutender Intelligenz ein besonders schweres Gehirn haben muß, oder daß man umgekehrt aus dem hohen Gewicht eines Gehirnes auf hervorragende Begabung schließen dürfe. Höchstens kann man behaupten, daß ein gesundes schwereres Gehirn im allgemeinen auch besser entwickelt und zu höheren Leistungen befähigt ist als ein leichteres Gehirn, dessen Gewicht weit unter der Durchschnittszahl liegt.

Einen gewissen gesetzmäßigen Einfluß der Geisteskrankheiten auf das Hirngewicht hat Mittenzweig (13) auf Grund von über 1100 Obduktionen Geisteskranker gefunden:

Aus einem Hirngewicht unter 1000 g bei einem männlichen Individuum kann man mit Wahrscheinlichkeit auf Geisteskrankheit (Dementia paralytica, Dementia senilis oder organische Psychose) schließen. — Bei 1100 g Hirngewicht männlicher Erwachsener mittleren Alters, bzw. bei 1050 g Hirngewicht bei Männern über 60 Jahre, ist bei gewiß Geisteskranken eine funktionelle Psychose ausgeschlossen. — Bei Weibern unter 60 Jahren mit Hirngewicht unter 1000 g und bei Weibern über 60 Jahren mit Hirngewicht unter 950 g ist eine geistige Erkrankung als sicher anzunehmen.

Auch Matiegka (12) kommt auf Grund seiner Hirngewichtsbestimmungen zu dem Schluß, daß bei Geisteskrankheiten eine Tendenz zur Abweichung von den Durchschnittshirngewichten vorhanden sei; aber es soll dabei nicht nur eine Verminderung des Hirngewichts, sondern auch die Gewichtsvermehrung in Betracht kommen, die Matiegka aus der Zunahme der „psychologisch funktionsunfähigen Hirnmasse" erklärt. Diese Erklärung soll den Widerspruch mit seiner anderen Theorie beseitigen, nach der er der höheren Intelligenz ein höheres Hirngewicht zuschreibt.

Weder Matiegka's Anschauung noch die von Mittenzweig festgestellten Grenzzahlen der Hirngewichte bei Geisteskrankheiten sind von neueren statistischen Arbeiten bestätigt worden. Sowohl in den Tabellen von Marchand als auch in denen von Handmann findet sich eine Anzahl von Paralytikern, deren Hirngewichte nicht von der Durchschnittszahl abweichen, ja diese sogar noch übertreffen. Um die Hirnatrophie einwandfrei festzustellen, genügt eben nicht die Wägung des Gehirns: dazu ist der Vergleich des Hirnvolumens mit der Schädelkapazität unbedingt nötig.

Für den Zusammenhang von Hirngewicht und Körpergewicht wollen wir nur die Arbeiten neuerer Zeit in Betracht ziehen, da bei den früheren Arbeiten, wie Marchand (8) an den Tabellen Bischoff's (5) nachweist, das Material nicht kritisch genug gesichtet ist. Es seien die Ergebnisse von Mies und von Vierordt erwähnt, die im wesentlichen übereinstimmen (nach Buschan (6)). Danach beträgt das Hirngewicht vom Körpergewicht:

	für das männl. Geschlecht	für das weibl. Geschlecht
im 1. Lebensjahre:	10,5 %	11,39 %
„ 5. „	7,94 „	7,98 „
„ 10. „	5,59 „	5,56 „
„ 20. „	2,43 „	2,31 „

Die Tabelle lehrt, daß das relative Hirngewicht kurz nach der Geburt am größten ist und mit dem stärkeren Anstieg des Körpergewichtes ganz bedeutend geringer wird. Eine genaue Berechnung, wieviel Gramm Hirnsubstanz auf ein Kilogramm Körpergewicht in den verschiedenen Altersstufen entfallen, ist völlig wertlos, da die angeführten Durchschnittszahlen nur für sehr große Gruppen, aber nicht für den einzelnen Fall, Geltung besitzen. Aus diesem Grunde verzichten neuere Arbeiten über das Hirngewicht (Marchand (8), Handmann (24)) trotz ihres bedeutenden Untersuchungsmaterials auf die Berücksichtigung des Körpergewichtes.

Gleichfalls zu schwankenden Ergebnissen haben die Untersuchungen über den Zusammenhang von Hirngewicht und Körpergröße geführt. Während Bolk (4) und Matiegka (12) für das relative Hirngewicht der

Geschlechter, bezogen auf 1 cm Körperlänge, erhebliche Unterschiede (8,0 bzw. 8,6 g für männliche Individuen und 7,4 bzw. 7,9 g für weibliche Individuen) fanden, hat HANDMANN einen geringeren Unterschied beobachtet (8,3 g bei Männern, 7,9 g bei Frauen). Sehr unbedeutend ist nach HANDMANN der Unterschied des durchschnittlichen relativen Hirngewichts für verschiedene Größenstufen desselben Geschlechts: während sich für die einzelnen Zentimeter ganz wechselnde Werte ergeben, tritt erst bei der Rubrizierung in drei große Gruppen ein geringer Unterschied zugunsten der kleineren Individuen zutage. HANDMANN kommt damit zum gleichen Ergebnis wie MARCHAND: daß sich ein bestimmtes Verhältnis zwischen Hirngewicht und Körperlänge nicht feststellen läßt, daß aber das Hirngewicht der Männer unter Mittelgröße (150–160 cm), ebenso das der Weiber unter 145 cm etwas niedriger ist als das der großen Individuen.

Bestimmter nimmt HULTGREN (7) an, daß ein Zusammenhang zwischen Hirngewicht und Körpergröße nachzuweisen sei. Dieser schwedische Autor hat neben zahlreichen eigenen Untersuchungen die umfangreichen Tabellen von RETZIUS und so ein Material von über 1000 Gehirnen seinen Beobachtungen zugrunde gelegt: Seine Befunde zeigen in graphischer Darstellung, daß mit wachsender Körpergröße auch die Prozentzahl der schwereren Gehirne ansteigt. Fast den gleichen Verlauf dieser Kurve gibt das Untersuchungsmaterial von MARCHAND und WEIGNER wieder, das HULTGREN dem gleichen Berechnungsmodus unterwirft.

Um einen Maßstab für den Einfluß der Körpergröße auf das Hirngewicht zu finden, stellt HULTGREN folgende Theorie auf: die Gehirnmasse ist gleichsam zusammengewebt aus einem psychischen und einem somatischen Teil; der psychische Teil verursacht die starken individuellen Schwankungen des Hirngewichts, während das Gewicht des somatischen Teils eine gewisse Funktion der Körperlänge darstellt. Wird nun durch die Summation sehr vieler Fälle die individuelle Variierung des „psychischen" Teils der Gehirngröße ausgeglichen und werden diese Fälle in zwei große Gruppen nur nach der Körperlänge eingeteilt, so ist nach HULTGREN's Ansicht mit Hilfe einer mathematischen Gleichung das Gewicht dieser Hirnteile zu berechnen. — Ob diese Berechnungen zu greifbaren Ergebnissen führen können, erscheint zweifelhaft, da die Größe des Gehirns sicher noch von anderen Faktoren als diesen beiden, psychische Fähigkeiten und Körperlänge bedingt ist.

Es bleibt uns noch übrig, den Einfluß des Lebensalters auf das Hirngewicht zu erörtern. Zu einer genauen Feststellung des Durchschnittshirngewichts neugeborener Kinder ist man erst in neuerer Zeit gelangt: Frühere Untersuchungen hatten, worauf PFISTER schon hinwies, die quantitativ wie qualitativ wenig entwickelten Gehirne unreifer Früchte

zur Berechnung des mittleren Hirngewichts herangezogen und dadurch eine zu niedrige Durchschnittszahl ermittelt.

Von den einzelnen Autoren werden folgende Hirngewichtszahlen für reife Neugeborene angegeben:

		männl. Geschl.	weibl. Geschl.
	Handmann	400 g	380 g
	Marchand	371 „	361 „
zit. nach Marchand	Bischoff	377,2 „	386,5 „
	Mies	339,2 „	329,9 „
	Vierordt	381 „	384 „

Die Kenntnis über das Hirnwachstum im Kindesalter verdanken wir vor allem Pfister, (14) dessen Untersuchungen folgendes Ergebnis hatten: Das erste Drittel der Gesamtzunahme des Hirngewichts wird am Ende des 8. Monats, das zweite Drittel in der ersten Hälfte des dritten Lebensjahres erreicht. Dieselben Wachstumsverhältnisse hat Pfister (15) in einer anderen Arbeit bei Rauminhaltsbestimmungen kindlicher Schädel gefunden.

Nach Marchand's Ergebnissen, die ähnlich denen Pfister's lauten, verdoppelt sich ungefähr im Laufe der ersten drei Vierteljahre das anfängliche Hirngewicht; es verdreifacht sich noch vor Ablauf des dritten Lebensjahres. Von da ab erfolgt die Zunahme immer langsamer und ist beim weiblichen Geschlecht geringer als beim männlichen. In der Kindheit erfolgt die Zunahme des mittleren Hirngewichts entsprechend dem Körperwachstum bis zu einer Körpergröße von ca. 70 cm unabhängig von Lebensalter und Geschlecht; erst von da ab ist sie unregelmäßiger und beim weiblichen Geschlecht geringer als beim männlichen.

Seinen Abschluß findet das Gehirnwachstum nach Marchand im 20. Jahre beim männlichen Geschlecht, zwischen dem 16. und 18. Jahre beim weiblichen Geschlecht. Zu demselben Resultat kommt Handmann (24). Die früheren Angaben, daß das Gehirn bis zum 30. Jahre an Größe zunehme, sind unbewiesen und wahrscheinlich durch Zufälligkeiten in der Zusammensetzung des Untersuchungsmaterials bedingt gewesen.

Für das mittlere Lebensalter muß nach den Ergebnissen von Marchand und Handmann das Hirngewicht als konstant angesehen werden. Für die Altersklasse 15—49 Jahre hat Marchand als mittleres Hirngewicht bei der hessischen Bevölkerung 1388 g für das männliche Geschlecht, 1252 g für das weibliche Geschlecht gefunden. Mit diesen Zahlen stimmen die von Handmann für die sächsische Bevölkerung ermittelten Durchschnittszahlen überein, 1370 g für das männliche, 1250 g für das weibliche Geschlecht. Etwas höher sind die von Hultgren aus seinen eigenen Untersuchungen und denen von Retzius gewonnenen Mittelwerte: 1412 g beim Manne und 1267 g beim Weibe.

Nach Marchand's und Handmann's Beobachtungen tritt vom 60. Lebensjahre ab eine allmähliche Abnahme des Hirngewichts ein, die individuell stark variiert. Doch macht sich nach Marchand die senile Atrophie des Gehirns beim weiblichen Geschlechte eher, schon im 7. Jahrzehnt, geltend, während sie beim männlichen Geschlechte erst im 8. Jahrzehnt stärker einsetzt. Die Ergebnisse der beiden Autoren werden durch die Untersuchungen Hultgren's bestätigt, dessen Material sich vorwiegend aus alten Individuen zusammensetzt und damit die Lücken früherer Tabellen ergänzt. Hultgren findet, daß eine deutliche Abnahme des Hirngewichtes beim Mann nach dem 80. Lebensjahr, beim Weibe wenigstens ein Quinquennium früher zu beobachten ist; ferner, daß diese Abnahme des Hirngewichtes in der Altersperiode 80—84 Jahre bei beiden Geschlechtern soweit fortgeschritten ist, daß die mittleren Hirngewichte dieser Periode denjenigen 4—6jähriger entsprechen. Aus den von Hultgren dargestellten Kurven der Hirngewichte ist aber ersichtlich, daß schon im 7. bzw. im 8. Jahrzehnt bei beiden Geschlechtern das durchschnittliche Hirngewicht etwas geringer ist als im mittleren Lebensalter (15 Jahre bis 49 Jahre). Ein genauer Nachweis, wie groß der Grad der senilen Hirnatrophie im einzelnen Falle sei, ist erst durch die Vergleichung von Hirnvolumen und Schädelkapazität ermöglicht. Der Einwand Hultgren's, daß bei Gehirnatrophie im höheren Lebensalter nicht selten eine hochgradige kompensatorische Verdickung des Schädeldachs zu finden sei, wodurch die Resultate der Kapazitätsbestimmungen beeinträchtigt würden, ist nicht gerechtfertigt. Es ist überhaupt fraglich, ob eine Hypertrophie der Schädelknochen bei seniler Hirnatrophie stattfindet. Nach Reichardt's zahlreichen Untersuchungen an Schädelkalotten finden sich auf allen Altersstufen dicke und dünne, bzw. schwere und leichte Schädeldächer gleichmäßig vertreten, so daß man die Hyperostosen an der Innenseite der Frontalknochen, wie sie Hultgren an alten Individuen mit Hirnatrophie beobachtet hat, nur als individuelle Eigentümlichkeit ansprechen darf.

Die statistischen Untersuchungen über das räumliche Verhältnis des Gehirns zum Schädel sind bis in die neueste Zeit, hauptsächlich wegen der Umständlichkeit der Methode, sehr vernachlässigt worden. Aber ältere wie neuere Autoren haben die Bedeutung solcher Forschungen anerkannt und darauf hingewiesen, daß die genaue Kenntnis des Verhältnisses von Hirnvolumen und Schädelkapazität zur Lösung mancher wichtigen Gehirnprobleme unbedingt notwendig ist. Wir wollen nicht im einzelnen auf die mannigfaltigen physiologischen und pathologischen Änderungen des Zwischenraums von Gehirn und Kopfhöhle eingehen; nur ein vielumstrittenes Problem, Hirnschwellung und Hirndruck, soll näher erörtert werden.

Bei der Beurteilung der Gehirnschwellung ist es nötig, die Zirkulationsstörungen im Gehirn und ihre Ursachen zu berücksichtigen. Wie

die Sektionsbefunde zeigen, wechselt die Blutverteilung im Gehirn außerordentlich; bald erscheint die weiße Substanz, bald die graue Substanz reicher mit Blut versorgt. Ebenso ist die Weite der größeren Hirnarterien und der Füllungsgrad der venösen Blutleiter in Dura und Pia mater von Fall zu Fall verschieden. Diese Tatsache widerspricht aufs schärfste der im Jahre 1783 von Alex. Monro und neuerdings wieder von Bayliss (25) vertretenen Theorie, daß das Volumen des Gehirns im geschlossenen Schädel und ebenso der Gesamtinhalt der Gehirngefäße fast unverändert bleibe. Sowohl die Füllung der arteriellen, als die der venösen Gefäße des Gehirns ist großen Schwankungen unterworfen. Besonders die venöse Hyperämie kann nach der übereinstimmenden Annahme Marchand's (9) und Pfister's (14) eine Vermehrung des Hirnvolums und dadurch eine Steigerung des Hirndrucks herbeiführen.

Als Hauptursache für den Wechsel des Hirnvolumens ist nach Marchand die verschiedene Menge der lymphatischen Flüssigkeit anzusehen. Man muß dabei unterscheiden: einen ödematösen Zustand der Häute, hauptsächlich eine Überfüllung der subarachnoidealen und perivaskulären Räume und die Quellung der Hirnsubstanz selbst durch seröse Durchtränkung. Dabei ist aber die Volumzunahme des Gehirns, sei sie nun durch seröse Durchtränkung oder auch durch Tumoren oder Bluterguß hervorgerufen, keineswegs immer von einer Einengung der Gefäße begleitet: es sind im Gegenteil Arterien und Venen des Gehirns und die großen Blutleiter der Dura häufig stark gefüllt.

Die durch Sektionsbefunde bewiesene Tatsache, daß das Gehirn durch wechselnde Füllung seiner Lymphräume bedeutenden Volumschwankungen unterliegt, ist von manchen Autoren geleugnet worden. So gelangt Hill (25) auf Grund von Tierexperimenten (Messungen des Blutdruckes und des intracraniellen Druckes bei Hunden) zu der Ansicht, die Liquormenge sei viel zu gering, um bei der Regulierung der intracraniellen Druckverhältnisse eine nennenswerte Rolle zu spielen. Vielmehr habe der Liquor nur die Funktion eines „watercushion for the spinal cord“ und bei weitem nicht die Wichtigkeit, die ihm zugeschrieben werde. In seinem später erschienenen Werke, Cerebral Circulation, behauptet Hill sogar, daß die von Key und Retzius durch Injektion farbiger Lösungen dargestellten großen subarachnoidealen Lymphräume am lebenden Menschen nicht existierten, da beim lebenden Tiere der freie Raum der Kopfhöhle neben dem Gehirn nur von Blutgefäßen, nicht aber von Liquor eingenommen sei: dieser diene vielmehr nur dazu, die Hirnoberfläche anzufeuchten.

Wie ein Vergleich der Kopfhöhle des Menschen mit der des Säugetieres zeigt, befindet sich Hill im Irrtum, wenn er das Ergebnis seiner Tierversuche ohne weiteres auf die Physiologie und Pathologie des menschlichen Gehirns überträgt: Zwischen Gehirn und Dura sind bekanntlich größere, mit Liquor cerebrospinalis angefüllte Räume vorhanden.

so besonders in der Umgebung der Hirnschenkel und des Chiasma, zwischen Kleinhirn und Med. oblongata (Cisterna subcerebellaris); auch die Füllung der Maschenräume der weichen Häute an den Oberflächen, besonders in den Furchen ist wechselnd. Ganz anders stellen sich die Verhältnisse beim Säugergehirn dar. Der freie Raum zwischen Gehirn und Schädel ist sehr viel geringer. Die Gehirnwindungen liegen der Wand sehr innig an und bilden ein entsprechendes Relief an der Innenfläche des Hirnschädels, aus dem des Gehirn in toto nur mit besonderer Vorsicht herausgelöst werden kann. Daher können beim Säugerhirn mit seinem minimalen Spielraum in der Kopfhöhle derart akute Schwellungen, wie sie am menschlichen Gehirn oft beobachtet werden, nicht vorkommen. Die durch den anatomischen Bau bedingte geringe Ausdehnungsmöglichkeit des Säugetierhirnes ist sicher ein Ausdruck dafür, daß die normalen, noch mehr die pathologischen Zirkulationsverhältnisse des Blutes und des Liquor cerebrospinalis ganz anderer Art sind als beim menschlichen Gehirn. — Hier sei ein von Marchand (26) näher beschriebener Fall erwähnt, wo sich eine frühzeitige, noch vor Abschluß des Gehirnwachstums erfolgte Synostose sämtlicher Schädelnähte nachweisen ließ. Die Schädelinnenfläche war in großer Ausdehnung nach dem Gehirn modelliert und das Gehirn durch allmähliche Anpassung an die beschränkten Raumverhältnisse stark in der Form verändert. Trotz der sehr bedeutenden Einengung war doch noch Raum für Liquor vorhanden: etwa 110 ccm für Dura und Flüssigkeit zusammen. Ein stärkeres Andrängen des Gehirns an die Wandung bis zur Ausfüllung der ganzen Kopfhöhle, wie sie beim Säugetiere normalerweise vorkommt, findet man bei Tumoren, ähnlich auch bei akutem Hydrocephalus (z. B. durch Meningitis tuberculosa). Nach Marchand's Beobachtung legt sich dabei der Schläfenlappen oft so eng an den hinteren Rand der Orbitalfläche an, daß an letzterer ein windungsartiger Querwulst entsteht, der die Fossa Sylvii vollständig verdeckt und bei Abdrängung oder Auseinanderdrängung sich lippenförmig vorwölbt; der Wulst ist sogar gelegentlich als abnorme Windung beschrieben worden.

Hill's Einwand, daß der Blutgehalt im Gehirn der Leiche nicht mehr den Zuständen im lebenden Gehirn entspreche und daher zu falschen Schlüssen führe, ist nicht berechtigt: der kurz nach dem Tode aufgenommene anatomische Befund entspricht im wesentlichen sicher den Verhältnissen, die im Leben bestanden haben.

Durch die theoretische Gleichsetzung der Raum- und Zirkulationsverhältnisse des menschlichen Gehirns mit denen des Säugergehirns ist Hill auch zu einer irrigen Erklärung des Hirndrucks bei Geschwülsten gelangt: Es soll ein Hirntumor Raum für sein Wachstum nur dadurch gewinnen, daß Blut aus den Hirngefäßen ausgepreßt oder daß die Hirnsubstanz atrophisch wird. Marchand hat in seiner Arbeit über Blut-

verteilung auf den Widerspruch zwischen Hill's Theorie und dem Sektionsbefund bei Hirntumoren hingewiesen: In den Fällen einer durch Messung im Leben festgestellten starken intracraniellen Drucksteigerung finden sich sämtliche Gehirngefäße, besonders die Venen, stark mit Blut gefüllt. Außerdem ist die Hirnsubstanz in weiter Umgebung des Tumors stark geschwollen und serös durchtränkt, und die Schädelinnenfläche zeigte infolge der länger bestehenden Schwellung bereits Druckusuren (s. die Anmerkung am Schluß).

Abgesehen von der durch örtliche Kreislaufstörungen hervorgerufenen Hirnschwellung beobachtet man häufig bei kindlichen Leichen eine Vergrößerung des Gehirns und ein für das Kindesalter auffallend hohes Hirngewicht. Vor allem findet sich dies bei Kindern, die an Infektionskrankheiten unter den Erscheinungen von hohem Fieber, Somnolenz und Herzschwäche starben. Nach Marchand's Ansicht hat für das Entstehen dieser Gehirnschwellung die Hyperämie an sich eine untergeordnete Bedeutung: die Hauptsache ist die ödematöse Durchtränkung und Quellung der Hirnsubstanz, die mit Stauungshyperämie, Füllung der Venen in Gehirn und weichen Häuten, oder mit kongestiver Hyperämie, intensiver Rötung der grauen Substanz, verbunden sein kann. Doch findet sich auch oft Anämie der Hirnsubstanz mit seröser Durchtränkung vereinigt.

Bei einem Überblick über die Statistiken von Hirngewicht und Schädelkapazität können wir die wenigen Untersuchungen aus älterer Zeit übergehen. In neuerer Zeit haben Rieger und seine Schüler (Zanke (25), Reichardt (17) ausgedehnte systematische Arbeiten in dieser Richtung vorgenommen; vor allem war es Reichardt, der in mehreren Veröffentlichungen auf die Technik und die Wichtigkeit der Methode hinwies. Sein Verfahren gestaltet sich folgendermaßen:

> An dem von Weichteilen und Periost befreiten Kopf wird die Sägelinie, die in einer genauen Horizontalen liegen muß, mittels eines fest anlegbaren Stahlbandes vorgezeichnet. Nach dem Aufsägen des Schädels und Herausnahme des Gehirns wird die Dura mater aus Schädeldach und hinterer Schädelgrube entfernt, um die Verhältnisse der frischen Kopfhöhle denen des macerierten Schädels möglichst ähnlich zu gestalten. Die Schädelbasis wird danach durch Hochlagern der Leiche horizontal eingestellt, der Wirbelkanal mit Wasser aufgefüllt bzw. verstopft. Dann wird aus einem Meßzylinder Wasser bis zur Schnittlinie eingegossen; dasselbe geschieht mit der Schädelkalotte, die auf einem Dreifuß horizontal eingestellt wird. Die eingegossenen Wassermengen geben in Kubikzentimetern die Schädelkapazität wieder. Gleichzeitig wird das Volumen des Gehirns durch Wägung und durch den Gewichtsverlust unter Wasser bestimmt.

Außer den Reichardt'schen Untersuchungen, die das größte Material beibringen, finden sich noch Arbeiten von Apelt (1 u. 2) und Bolk (4); auf die Ergebnisse dieser neueren und einiger älterer Autoren werden wir an anderer Stelle eingehen.

So wertvoll die vorliegenden Messungen auch sind, zeigen sie doch Fehlerquellen, die durch geeignete Methodik vermieden werden können. Es wird z. B. von Reichardt das Volumen der Dura nicht in Rechnung gesetzt, während Bolk — teilweise auch Reichardt — den Fassungsraum am macerierten und getrockneten Schädel bestimmt, was natürlich nicht ohne weiteres statthaft ist. Wir werden den Verhältnissen beim Lebenden um so näher kommen, je rascher nach dem Tode wir die Untersuchung vornehmen und je besser wir dabei die ursprünglichen Verhältnisse zu wahren suchen. Außerdem bedarf das bis jetzt gefundene Material dringend einer Erweiterung.

Von diesen Gesichtspunkten aus sind auf Veranlassung von Herrn Geheimrat Marchand im pathologischen Institute der Universität Leipzig die nachfolgenden Messungen vorgenommen worden, bei denen, abgesehen von einigen Vorversuchen, die Methode stets möglichst gleichmäßig gewahrt wurde. Neben der Schädelinhaltsbestimmung, die, wie bereits erwähnt, die natürlichen Verhältnisse nach Möglichkeit beizubehalten suchte, wurden Hirngewicht, Hirnvolumen, Schädelmasse und Körpergröße bestimmt. Das Leichenmaterial entstammt zum größten Teile dem Städtischen Krankenhause St. Jakob, einzelne Fälle der Leipziger Nervenklinik, die Neugeborenen dem Gynäkologischen Institut. Unter Ausschluß der Vorversuche wurden im ganzen an 111 Leichen die Messungen ausgeführt. Leider ist das kindliche Alter dabei aus äußeren Gründen nur mit einer geringen Zahl vertreten. Alle Fälle mit Ausnahme der Neugeborenen kamen sehr bald (12—24 Stunden nach dem Tode) zur Sektion, einzelne Fälle sogar in noch kürzerer Zeit

Angewandte Methode.

Der Kopf wurde von Weichteilen und Periost befreit und vom Schädel die äußeren Maße (fronto-occipitaler Durchmesser, größte Breite und Horizontalumfang) abgenommen. Dann wurde ein Stahlband mit einer Klemmschraube fest angelegt und die Sägelinie mit Tintenstift vorgezeichnet. Nach dem Aufsägen wurde das Gehirn in der allgemein üblichen Weise herausgenommen, in der Regel dann sofort gewogen und daran anschließend das Volumen durch Flüssigkeitsverdrängung in physiologischer Kochsalzlösung bestimmt (in einigen Fällen erfolgte die Volumbestimmung ca. 2—3 Stunden nach der Wägung). Da die Hirngewichtszahlen, die auf einer guten Dezimalwage ermittelt wurden, nur annähernd als genau gelten können, da ferner, zumal bei feuchten Gehirnen, Verluste von abtropfendem Liquor unvermeidlich waren, so lassen sich die gefundenen Hirngewichte und Volumina im Einzelfalle nicht zur Berechnung des spezifischen Gewichts heranziehen. Der geringe Fehler, der durch das Zurückbleiben von Luft am Gehirn beim Untertauchen in Wasser entstand, ließ sich nicht umgehen.

Zur Kapazitätsbestimmung wurden verschiedene Methoden erprobt; zuerst der Leimausguß. Es wurde der Wirbelkanal, aus dem das Halsmark noch ein Stück weit beseitigt war, mit nicht entfetteter Watte ausgestopft. Dann wurde die Dura basalis, die in der Schädelbasis verblieb, trocken ausgewischt und in dünner Schicht mit erwärmter Vaseline be-

strichen. Ferner wurde die Sägeebene durch Hochlagerung des Oberkörpers in die Horizontale gebracht und die Kalotte auf einen Dreifuß aufgestellt. In Schädeldach und Basis wurde heiße, flüssige Zinkgelatine (aus Leim, Zinkoxyd und Glyzerin) bis an den Rand eingegossen. Sobald die Masse erstarrt war, wurden Kalotte und Basis wieder zusammengepaßt und die beiden Leimausgüsse durch Erhitzen der Berührungsflächen aneinander geschmolzen, so daß sie ein Ganzes bildeten. Darauf wurde das Dach abgelöst und der Ausguß aus der Basis herausgehoben. Das Volumen dieses Leimkörpers, der vor dem Untertauchen in Wasser gut eingefettet wurde, ließ sich ähnlich wie das Gehirnvolumen bestimmen. Subtrahiert man von dem Resultat das Volumen der Konvexitätsdura, das gesondert bestimmt wurde, so ergibt sich die Kapazität der Kopfhöhle.

Diese Methode bietet verschiedene Vorteile: sie ermöglicht zunächst eine ziemlich genaue Kapazitätsbestimmung. Ferner lassen sich von dem Leimausguß, der gleichzeitig zur Herstellung eines Gipsabgusses der Kopfhöhle benutzt werden kann, bequem alle Innenmaße der Kopfhöhle gewinnen. Trotzdem wurde dies Verfahren nach einigen Messungen wieder aufgegeben, da die einzelne Kapazitätsbestimmung zuviel Zeit erforderte: der Leim erstarrt sehr langsam und auch die Vorbereitungen sowie die nachfolgende Behandlung sind sehr zeitraubend, so daß darnach Messungen in größerem Umfange nicht vorgenommen werden konnten.

Es wurde deshalb zur Kapazitätsbestimmung mit Wasser entsprechend der Reichardt'schen Methode übergegangen:

Zur Vorbereitung mußte die Kopfhöhle sorgfältig abgedichtet werden. Die ganze Dura der Basis und Konvexität verblieb an der Schädelbasis. Um das Zurückbleiben von Luft bei der nachfolgenden Wasserfüllung zu verhüten, wurde das Tentorium cerebelli und der anhängende Teil der Konvexitätsdura an vielen Stellen eingeschnitten. In den Wirbelkanal wurde nach Entfernung des Halsmarkes ein fester Pfropf aus nassem Papier gepreßt, darüber bis zum Foramen magnum herauf Glaserkitt gestrichen. Die Carotiden und Aa. vertebrales wurden mit Kittpfröpfen verschlossen, ebenso die Sinus transversi, wenn diese beim Herausnehmen des Gehirns angeschnitten worden waren. In die horizontal eingestellte Basis wurde vorsichtig Wasser aus dem Meßzylinder eingegossen und so der Schädel auf die Dichte geprüft, dann die etwa vorhandenen Luftblasen beseitigt und weiter Wasser bis zum Rande nachgefüllt. Ebenso wurde auch die auf einem Dreifuß eingestellte Kalotte bis an die Sägelinie vollgegossen. Die fast stets mehrmals, bis zu viermal, wiederholte Auffüllung ergab Zahlen, die in der Regel nur um einige Kubikzentimeter voneinander abwichen und dabei den Wert von 1 % der Messungen nicht überschritten.

Da es vor allem für den Vergleich mit den Ergebnissen anderer Untersuchungen von Wichtigkeit ist, auch von den Einzelfällen ein genaues Bild zu haben, so werden wir uns nicht auf die Wiedergabe weniger Endresultate beschränken, sondern alle Fälle tabellarisch nach Alter und Geschlecht mit Diagnose und Auszug des Sektionsberichts anführen.

Befunde an Erwachsenen.

Tabelle I. Männer:

Fall Nr.	Alter	Körperlänge	a Schädel-Kapaz.	b Hirnvolum. ccm	c Hirngewicht g	Differenz von a und b in ccm	Differenz von a und b in %	Schädelmaße Umfang	Schädelmaße Länge	Schädelmaße Breite
1	17	165	1587	1435	1480	152	9,6	—	19,0	14,8
2	18	166	1418	1345	1380	73	5,1	52,0	17,6	14,9
3	18	182	1518	1433	1476	85	5,6	51,5	17,6	14,3
4	23	162	1455	1315	1360	140	9,6	51,0	17,2	13,3
5	24	—	1397	982	1020	415	29,7	52,5	17,8	14,6
6	25	169	1610	1498	1540	112	7,0	55,0	19,0	15,4
7	27	157	1537	1380	1438	157	10,2	—	—	—
8	29	164	1288	1220	1260	68	5,4	51,0	17,0	14,5
9	29	170	1710	1635	1690	75	4,3	55,0	19,0	15,3
10	32	163	1311	1232	1270	79	6,0	51,5	16,3	15,1
11	32	165	1555	1435	1480	120	7,7	53,5	18,5	15,2
12	33	186	1598	1471	1500	127	7,9	54,5	18,2	16,3
13	34	161	1334	1315	1360	19	1,4	51,5	17,5	14,0
14	34	163	1375	1260	1300	115	8,4	52,0	17,0	14,9
15	35	164	1475	1394	1430	81	5,5	54,0	18,0	15,1
16	37	162	1430	1295	1340	135	9,4	51,5	17,9	13,3
17	37	162	1468	1402	1455	66	4,5	53,7	16,9	15,2
18	37	162	1560	1450	1485	110	7,0	53,0	17,2	14,9
19	39	162	1405	1360 (1205)	1410	45	13,2	54,0	17,4	14,8
20	40	148	1475	1388	1430	87	5,9	52,0	17,0	14,0
21	40	167	1430	1338	1370	92	6,4	—	—	—
22	40	169	1530	1400	1433	130	8,5	51,5	17,3	14,9
23	43	164	1585	1488	1527	97	6,1	54,0	17,5	14,7
24	45	169	1308	1195	1238	113	8,6	50,0	17,0	14,0
25	46	172	1335	1242	1280	93	6,9	53,0	17,7	14,6
26	48	165	1580	1436	1485	144	9,1	54,5	18,0	15,0
27	50	160	1320	1190	1225	130	9,9	49,0	16,5	14,5
28	51	172	1595	1504	1550	91	5,7	53,0	17,8	15,0
29	50—55	147	1255	1228 (1135)	1260	27	2,2	48,0	15,3	13,2
30	54	155	1572	1295	1370	277	17,6	54,5	18,0	15,6
31	56	158	1428	1186	1220	242	16,9	—	—	—
32	56	165	1562	1360	1402	202	12,9	54,0	17,8	15,0
33	56	160	1477	1365	1410	112	7,6	53,0	17,5	14,6
34	59	169	1398	1295	1334	103	7,4	53,0	18,0	14,0
35	59	158	1571	1423	1460	148	9,4	54,0	18,4	14,5
36	64	162	1305	1212	1260	93	7,1	53,0	17,5	14,9
37	65	158	1415	1297	1330	118	8,3	53,0	18,2	15,3
38	68	156	1575	1447	1495	128	8,3	55,0	18,0	16,0
39	69	163	1402	1188	1225	214	15,3	—	18,5	15,0
40	72	164	1733	1370	1412	363	20,9	54,0	18,9	15,1
41	74	169	1455	1332	1375	123	8,4	51,0	17,6	14,2
42	75	162	1445	1172	1200	273	18,9	54,0	18,9	14,8
43	78	163	1415	1038	1070	377	26,7	52,5	18,7	14,8
44	82	155	1367	1160	1175	207	15,1	50,0	17,5	13,0

Todesursachen und Kopfbefunde zu den Fällen von Tab. I.

1. Pyelonephritis (Fractur. vertebr. veter.) Myelomalacia. Schädeldach ziemlich schwer, in den weichen Häuten reichlich Ödem. Gefäße der Pia mäßig gefüllt.

2. Phthisis pulmonum.

3. Nephritis. Schädeldach überall sehr dünn; weiche Häute getrübt.

4. Fractura column. vertebral. Dura mäßig gespannt. Weiche Häute feucht, ihre Gefäße sehr blutreich, in den Sinus flüssiges Blut und Cruor.

5. Paralysis progress. Schädeldach sehr dick (Schläfenbein 9 mm, Stirnbein 8 mm, Hinterhauptsschuppe 6 mm). Diploe breit, blutreich. Im Sin. longit. sup. sehr reichlich weich geronnenes Blut. Die Sinus erscheinen sehr weit. Dura mater schlaff. Weiche Häute ödematös durch sulziges Infiltrat. Windungen schmal, Furchen breit, klaffend. Die Sinus stark gefüllt. Carotiden diffus weißlich verdickt. In der Wand der Aa. vertebral. gelbliche Einlagerungen.

6. Sepsis. Schädeldach ziemlich schwer. Sinus voll flüssigen Blutes. Venen der weichen Häute prall gefüllt.

7. Leptomeningitis tub. Weiche Häute serös infiltriert, Knötchen und sulzige Massen an der Basis.

8. Tub. pulm. miliar. In den Sinus reichlich flüssiges Blut und Cruor. Weiche Häute hyperämisch, feucht. Volum der Dura 52 ccm.

9. Peritonitis. Hydroceph. int. lev. Dura haftet fest am Schädel. In den Sinus flüssiges Blut. Gehirn erscheint etwas geschwollen. Piavenen gering gefüllt. Hirnsubstanz blaß, stark durchfeuchtet, im Mark wenig Blutpunkte, in den etwas erweiterten Seitenventrikeln vermehrte Flüssigkeit.

10. Phthisis pulm. Sinus der Dura wenig gefüllt. Hirnsubstanz blaß, feucht.

11. Phthisis pulm.

12. Phthisis pulm. Weiche Häute ödematös durchtränkt, Hirnsubstanz blutreich; Mark graurötlich.

13. Leptomeningitis tub. Hydroceph. int. lev. Dura stark gespannt. In den Sinus Cruor und Speckhaut. Weiche Häute der Basis getrübt. Venen der Pia stark gefüllt. Ventrikel etwas erweitert, voll klarer Flüssigkeit. Hirnsubstanz sehr blutreich.

14. Paralysis progress. Schädeldach mäßig dick mit seichten Gefäßfurchen. In den Sinus wenig Blut. Weiche Häute verdickt, getrübt, feucht, ihre Venen stark gefüllt. Im Subarachnoidalraum etwas trübe Flüssigkeit.

15. Sarcoma mediastini. Schädeldach mäßig dick. Im Sin. sagitt. flüssiges Blut. Weiche Häute leicht hyperämisch, stark ödematös. Hirnsubstanz blutreich.

16. Carcinoma ventric. Schädeldach ziemlich leicht. PACCHIONI'sche Gruben sehr tief. Pia gering getrübt, ödematös. Hirnsubstanz mäßig feucht. Volum der Dura 56 ccm.

17. Phthisis pulm. Otitis med. Schädeldach etwas unsymmetrisch, ziemlich dick. In den Sinus wenig flüssiges Blut und Cruor. Weiche Häute etwas trüb, stark ödematöse Hirnsubstanz ziemlich weich, feucht, mäßig blutreich, enthält vereinzelt kleine Tuberkel. An den Häuten keine Knötchen. Die Ven. jugul. dextr. ist durch einen eiterigen Abszeß des rechten Felsenbeins etwas arrodiert.

18. Phthisis pulm. Weiche Häute sehr ödematös, an der Konvexität weißlich getrübt. Basisarterien und Piavenen reichlich gefüllt. Hirnsubstanz feucht, mäßig blutreich.

19. Phthisis pulm. Oedema et intumescentia cerebri. Schädeldach mäßig dick. Dura gespannt. In den Sinus Cruor und flüssiges Blut. Weiche Häute stark durchtränkt. Die Art. foss. Sylv. dextr. ist verdickt, verengt und ihr Lumen verschlossen. In den Ventrikeln reichlich Flüssigkeit. Hirnsubstanz im ganzen stark ödematös. Im Corpus striatum ein alter bräunlicher Herd.

20. Leptomeningitis purulent. Dura stark gespannt. Hirn etwas geschwollen. Weiche Häute an der Basis eiterig infiltriert.

21. Pneumonia croup. In den Sinus flüssiges Blut. Weiche Häute etwas verdickt, reichlich ödematös. Ihre Venen mittelgefüllt. Hirnsubstanz stark durchfeuchtet.

22. Phthisis pulm. Hirnsubstanz ziemlich feucht und mäßig blutreich Volum der Dura 57 ccm.

23. Vitium cordis. Basisarterien sklerotisch verändert.

24. Nephritis chron. Encephalomalacia vetus ex embolia. Dura löst sich leicht vom Schädeldach, ist mäßig gespannt. Weiche Häute stark ödematös. Venen gut gefüllt. Gyri ziemlich schmal. Furchen etwas klaffend. Hirnoberfläche an einigen bräunlich verfärbten Stellen eingesunken und weich. Die kleinen Hirnarterien zeigen vielfach verkalkte Einlagerungen, manche ein verschlossenes Lumen.

25. Carcinoma pulmon. Schädeldach innen rauh, bes. am Scheitelbein Hyperostose. In der Schädelwand teilweise Geschwulstmassen. Dura stark gespannt, zeigt innen gelblich gequollene, z. T. blutige Auflagerungen. In den Sinus geronnenes Blut. In den weichen Häuten gelbliche Flüssigkeit. Hirnsubstanz blaß, ohne Geschwulstmetastasen.

26. Phthisis pulm. Aortitis syphilitica. Schädeldach dünn, etwas unsymmetrisch. Die Sinus wenig gefüllt. Weiche Häute ziemlich feucht, ihre Venen stark gefüllt. Volum der Dura 65 ccm.

27. Phthisis pulm.

28. Pyelonephritis. Tabes dorsal. Schädeldach dünn. Dura gespannt; in ihren Gefäßen geronnene Blutmassen. Windungen etwas platt. Venen ziemlich breit, gefüllt. Weiche Häute der Konvexität leicht weißlich getrübt. Das Gehirn ist fest, ohne Erweichung an der Oberfläche. Gefäße etwas sklerotisch.

29. Apoplexia. Schädel sehr dünnwandig. Dura schwer ablösbar, doch innen glatt, stark gespannt. Gyri stark abgeplattet, bes. links. Venen der Pia stark gefüllt. An der Basis reichlich flüssiges Blut zwischen den weichen Häuten. In der linken Hemisphäre großer Blutherd, in den Seitenventrikeln durchgebrochen (65 ccm Blut und Cruor). Sichtbare Arterien völlig zart.

30. Aneurysma aortae perforatum. Hydrocephalus chron. Paralysis progress. Schädeldach unsymmetrisch, dickwandig, sehr schwer. Im Sinus sagitt. flüssiges Blut. Dura stark gespannt. Weiche Häute verdickt, stark ödematös, ihre Venen gering gefüllt. An der Basis reichlich Liquor. Infundibulum stark ausgedehnt. Arterien z. T. verdickt.

31. Apoplexia. Schädeldach sehr dick und schwer, innen glatt. Dura stark gespannt. Weiche Häute sehr ödematös, geschwollen, leicht weißlich getrübt. Windungen schmal, Furchen breit, klaffend. Venen stark gefüllt. In der rechten Hemisphäre großer Blutherd mit Durchbruch in den Ventrikel. Carotiden weißlich getrübt.

32. Carcinoma ventr. Leptomeningitis chron. Weiche Häute leicht weißlich verdickt. Arterien weit, zart, stark gefüllt. Hirnsubstanz feucht, anämisch.

33. Leptomeningitis tub. Hydroceph. int. lev. Dura stark gespannt. In den Sinus flüssiges Blut. Weiche Häute leicht getrübt. Hirnwindungen verbreitert, Furchen schmal. An den kleinen Ästen der A. foss. Sylv. graue Knötchen.

34. Phthisis pulm. Weiche Häute und Hirusubstanz ödematös. In der weißen Substanz zahlreiche Blutpunkte.

35. Apoplexia. Dura fest am Schädeldach. Zwischen Dura und Hirn großer Bluterguß. In der linken Hemisphäre großer Blutherd mit Durchbruch in den Ventrikel (115 ccm). Hirnsubstanz feucht.

36. Bronchitis purul. Dura mit dem schweren Schädeldach verwachsen. Weiche Häute weißlich verdickt. Gyri schmal. Furchen klaffend. Substanz mäßig feucht. Mark und Rinde wenig blutreich.

37. Atrophia gran. ren. Schädeldach dick, schwer, haftet fest an der Dura. Dura ziemlich stark gespannt, innen glatt. Weiche Häute stark ödematös, ihre Gefäße mäßig gefüllt. In den Sinus flüssiges Blut. Hirnsubstanz mäßig feucht. Mark und Rinde wenig blutreich. In der Hirnsubstanz einzelne kleine bräunliche Herde. Aa. cerebelli stark geschlängelt, z. T. verdickt.

38. Phlegmone pelvis. Weiche Häute sehr ödematös.

39. Gangraena pulm. Dura fest am Schädeldach. In den Sinus flüssiges Blut. Hirnsubstanz blaß. Windungen atrophisch, Furchen breit. Weiche Häute an der Basis leicht weißlich getrübt und verdickt. In der Substanz vereinzelte kleine Erweichungsherde. Gefäße der Basis weit, starrwandig.

40. Atrophia gran. ren. Pia stark durchfeuchtet, Hirnsubstanz weich, geschwellt.

41. Atrophia gran. ren. Hydroceph. int. Dura fest am Schädeldach. In den Sinus flüssiges Blut. Windungen schmal. Hirnsubstanz blaß, stark durchfeuchtet. In den Seitenventrikeln vermehrte Flüssigkeit. Arterien der Basis weit und stark verkalkt.

42. Phthisis pulm. Dura wenig gespannt. Weiche Häute ödematös, etwas weißlich verdickt. Windungen schmal. Furchen breit. Hirnsubstanz feucht, weich, mäßig blutreich. Basisarterien fast ohne Wandveränderungen.

43. Marasmus senil. Schädeldach dick, schwer von der Dura zu lösen, innen etwas rauh. Weiche Häute sehr ödematös, ihre Venen stark gefüllt. Die Dura liegt dem Hirn locker an. Windungen stark atrophisch. Rinde verschmälert. Basisarterien verdickt und verkalkt.

44. Marasmus senil. Dura haftet fest am Knochen. Pia weißlich verdickt, ihre Gefäße stark gefüllt. Windungen schmal.

(Tabelle II s. p. 18.)

Todesursachen und Kopfbefunde zu den Fällen von Tab. II.

1. Leptomeningitis et Pachymeningitis int. tub. Dura etwas gespannt. Sinus der Basis prall mit Blut gefüllt. Piavenen teils stark gefüllt, teils leer. Hirnsubstanz weich, sehr feucht und ziemlich stark hyperämisch. In den Ventrikeln trübes Exsudat.

2. Phthisis pulm. Hirnsubstanz feucht. Rinde und Mark mäßig blutreich, letzteres ziemlich blaß. Schädeldach dick. Volum der Dura 47 ccm.

3. Phthisis pulm. Leptomeningitis tub. In den Sinus weich geronnenes Blut. Weiche Häute etwas getrübt, stark durchtränkt. Piagefäße stark gefüllt. Substanz mäßig blutreich.

Weiber.

Tabelle II.

Fall Nr.	Alter	Körperlänge	a Schädel-Kapaz.	b Hirnvolum. ccm	c Hirngewicht ccm	Differenz von a und b in ccm	Differenz von a und b in %	Schädelmaße Umfang	Schädelmaße Länge	Schädelmaße Breite
1	19	150	1301	1238	1270	73	5,6	49,5	17,1	14,0
2	19	155	1160	1088	1130	72	6,2	49,0	17,0	14,0
3	25	155	1553	1348	1390	205	13,0	53,5	17,8	15,7
4	28	154	1276	1175	1185	101	7.9	—	16,5	14,3
5	29	145	1352	1235	1270	117	8,7	51,5	17,2	14,9
6	31	138	1262	1185	1230	77	6,1	49,5	16,5	14,0
7	31	152	1310	1180	1205	130	9,9	—	16,2	14,3
8	32	147	1329	1245	1285	84	6,3	52,0	17,1	14,8
9	32	152	1257	1232	1270	25	2,0	49,5	16,0	14,7
10	37	148	1238	1204	1235	34	2,7	50,0	17,2	13,7
11	38	157	1390	1282	1320	109	7,9	49,0	17,0	14,6
12	39	154	1460	1312	—	148	10,1	50,5	17,5	13,9
13	39	160	1280	1140	1178	140	10,9	51,0	17,2	14,2
14	40	160	1273	1215	1260	58	4,6	51,5	17,0	15,0
15	52	162	1058	991	1030	63	6,3	48,0	16,0	13,2
16	53	164	1305	1185	1220	120	9,2	51,0	17,0	14,5
17	54	153	1140	1115	1145	25	2,2	48,0	16,5	13,5
18	57	162	1335	1220	1250	115	8,6	51,0	17,1	14,8
19	58	158	1560	1442	1510	118	7,6	53,5	17,1	14,7
20	59	156	1190	1030	1120	160	13,4	49,0	16,8	14,0
21	59	147	1405	1290	1330	115	8,2	53,0	17,2	15,0
22	59	148	1201	1165	1202	36	3,0	48,5	16,0	13,7
23	61	147	1349	1167	1210	182	13,5	50,0	17,0	14,2
24	62	150	1280	1173	1220	107	8,4	50,5	16,9	14,0
25	63	156	1141	1010	1030	131	11,5	50,0	16,8	14,5
26	63	150	1405	1245	1285	160	11,4	49,5	16,5	14,2
27	65	157	1328	1095	1170	233	17,5	51,5	—	—
28	67	162	1508	1400	1440	108	7,2	54,5	17,0	15,0
29	69	136	1128	946	980	182	16,1	51,0	17,2	14,0
30	70	142	1345	1072	1099	273	20,3	51,0	17,8	14,0
31	72	148	1258	1118	1150	140	11,1	51,0	17,4	14,3
32	73	150	1380	1225	1250	155	11,2	53,0	17,7	15,8
33	73	157	1220	985	1020	235	19,3	51,0	17,0	14,6
34	77	150	1115	972	1000	143	12,8	49,0	16,7	14,5
35	78	149	1116	933	955	183	16,4	49,0	16,3	13,5

4. Leptomeningitis tub. Schädeldach leicht, dünn, innen glatt. Dura stark gespannt. In den Sinus lockere Gerinnsel. Hirnwindungen etwas abgeplattet. Knötchen und Infiltrate an den Gefäßchen der Basis und des Plexus chorioid.

5. Phthisis pulm. Hirnsubstanz feucht, mäßig blutreich. Volum der Dura 58 ccm.

6. Phthisis pulm.

7. Phthisis pulm. Schädeldach dick. Hirnsubstanz ziemlich feucht. Volum der Dura 55 ccm.

8. Pneumonia croup. Schädeldach mäßig dick. In den Sinus flüssiges Blut. Weiche Häute o. B.

9. Encephalomalacia recens. Schädeldach mäßig dick. Dura ziemlich gespannt. In den Sinus flüssiges Blut. Windungen stark abgeplattet und das ganze Gehirn sehr geschwollen, besonders die linke Hemisphäre, die auf dem Schnitt einen großen Erweichungsherd zeigt. Rechte Hemisphäre ziemlich blaß und durchfeuchtet. Lumen der Art. fossae Sylvii sin. und cerebr. anterior stark verengt und stellenweise ganz geschlossen.

10. Fractura pelv. et column. vertebr. Embolia adiposa pulmon. Pia mäßig blutreich, feucht. Hirnsubstanz ödematös durchtränkt, mäßig blutreich. Unter der Kopfschwarte blutige Sugillation. Keine Schädelfrakturen. Volum der Dura 42 ccm.

11. Apoplexia. Schädeldach sehr schwer; am Scheitelbein innen abgeglättete Verdickungen. In den Sinus Cruor und flüssiges Blut. Aus dem Infundibulum dringt Blut. In den linken Zentralganglien zwei kleine Blutherde mit Durchbruch in den linken Seitenventrikel. Basisarterien weit, mit gelblichen Einlagerungen.

12. Phthisis pulm. Volum der Dura 45 ccm.

13. Embolia. Dura haftet fest an dem sehr dicken Schädeldach. Die Art. basil. cerebr. ist durch einen Thrombus verschlossen. Weiche Häute zart, etwas durchtränkt. Hirnsubstanz sehr feucht. Pons, Hirnschenkel und vorderer Teil des Kleinhirns ziemlich stark gequollen.

14. Leptomeningitis tub. Schädeldach mäßig schwer. Dura etwas gespannt, innen glatt. Piavenen blutreich. Gyri etwas abgeplattet. An der Basis Knötchen und sulziges Exsudat.

15. Coma diabeticum. Dura ziemlich gespannt, innen glatt. Hirnsubstanz etwas feucht, ziemlich fest. Im Mark zahlreiche Blutpunkte.

16. Intoxicatio per acid. sulfuric. Die Dura liegt dem Hirn vorn ziemlich locker an. Hirnsubstanz etwas feucht; Rinde blaßgrau.

17. Ruptura aneurysmat. art. cerebr. med. Schädeldach dünn, etwas unsymmetrisch. In den Sinus flüssiges Blut. Piavenen stark gefüllt. Die Umgebung des Aneurysmas ist ausgedehnt blutig infiltriert. Hirnsubstanz blutreich.

18. Myocarditis. Pachymeningitis haemorrhag. Dura mäßig gespannt, innen mit bräunlichen Auflagerungen. Sinus mittelgefüllt. Pia zart, ihre Gefäße mäßig gefüllt. Hirnsubstanz etwas feucht.

19. Myocarditis. Sinus mäßig gefüllt. Weiche Häute wenig blutreich, doch stark ödematös. Hirnsubstanz ziemlich fest, Rinde schmal, wenig blutreich; Mark blaß. Volum der Dura 65 ccm.

20. Embolia art. pulm. Aus den Sinus entleert sich pulsähnlich reichlich flüssiges Blut. Weiche Häute zart. Venen mäßig gefüllt. Gyri gut gewölbt. Volum der Dura 52 ccm.

21. Encephalomalacia. Schädeldach ziemlich dick. In den Sinus flüssiges Blut. Die linke Hemisphäre fühlt sich weicher an als die rechte, zeigt einige

frische und ältere Erweichungsherde. Hirnsubstanz im ganzen ziemlich feucht, von blasser Farbe.

22. Apoplexia. Schädeldach etwas unsymmetrisch, innen glatt. Dura prall gespannt. In den Sinus reichlich flüssiges Blut und Cruor. Blutherd in der rechten Hemisphäre und in den Seitenventrikeln (60 ccm). Basisarterien weit, leicht diffus verdickt.

23. Leucaemia myelogenes.

24. Phthisis pulm. Volum der Dura 62 ccm.

25. Marasmus senil. Encephalomalacia. Schädeldach mäßig dick, haftet fest an der Dura. Sinus wenig gefüllt. Weiche Häute etwas verdickt und ödematös. Linke Hemisphäre oberflächlich eingesunken durch einen großen, alten Erweichungsherd. Linke Carotis ist durch einen Pfropf verschlossen. Hirnsubstanz feucht, mäßig blutreich.

26. Intoxicatio per acid. oxal.

27. Carcinoma ventric. Schädeldach ziemlich dick, leicht von der Dura zu lösen. Dura ziemlich schlaff. Weiche Häute stark durchtränkt, aber zart; ihre Venen mittelgefüllt. Gefäße der Basis weit und starrwandig. Gyri atrophisch. Substanz blaß, ziemlich feucht, enthält vereinzelte kleine frische Erweichungsherde.

28. Pneumonia croup. Weiche Häute leicht verdickt. Gyri stark gewölbt. Furchen breit und klaffend. Basisarterien etwas verdickt. Volum der Dura 84 ccm.

29. Marasmus senil. Schädeldach ziemlich dick. In den Arachnoidalräumen trübe Flüssigkeit. Weiche Häute an der Konvexität etwas verdickt. Windungen platt. Furchen wenig tief. Rinde graurötlich. Mark rein weiß. Substanz ziemlich feucht. Basisarterien leicht verdickt.

30. Vitium cordis. Encephalomalacia. Schädeldach ziemlich leicht. Pia stark ödematös. Basisarterien sklerotisch. Windungen ziemlich schmal, nicht abgeplattet. Beide Seitenventrikel stark erweitert, voll klarer Flüssigkeit. Hirnsubstanz weich, mäßig blutreich, enthält einige ältere Erweichungsherdchen.

31. Apoplexia. Dura fest am Schädeldach. Sin. sigmoid. und transvers. voll weicher Thrombusmassen. Weiche Häute leicht verdickt. In der linken Hemisphäre ein großer Blutherd.

32. Apoplexia. Schädeldach dick und schwer. Stirnbein 9 mm, Schläfenbeinschuppe 5—10 mm. Spongiosa reichlich. Gefäßfurchen sehr tief. Dura nicht mit dem Knochen verwachsen, ist mäßig gespannt. Im Sin. sagitt. wenig flüssiges Blut. Weiche Häute zart, feucht. In linker Hemisphäre und Ventrikel ein Blutherd. Marksubstanz ringsum erweicht. Volum der Dura 66 mm.

33. Marasmus senil. Schädeldach sehr dick und schwer. Am Stirnbein innen wulstige Vorsprünge. Dura löst sich leicht vom Schädeldach. An der Dura bräunliche Fibrinauflagerungen. Piavenen stark gefüllt. Gyri schmal, Furchen breit; Basalarterien sklerotisch.

34. Carcinoma ventric. Schädeldach dick. Dura ziemlich stark. Sinus mäßig gefüllt.

35. Marasmus senil. Schädeldach dick, doch ziemlich weich. Diploe breit. Dura leicht abzulösen. Im rechten Sinus sigmoid. derbe, graurötliche Gerinnsel. Der linke Sinus frei. Gyri stark gewölbt. Furchen klaffend. Basisarterien gelblich verdickt.

Schädelindex.

Bei der Berechnung des Längen-Breiten-Index aus den Schädelmassen der Tabellen I und II ergibt sich für beide Geschlechter das Überwiegen des brachycephalen Typus. Folgende Tabelle zeigt die Verteilung der Schädel auf die einzelnen Indices:

Tabelle III.

Index	Zahl der Schädel	
74	2	dolichocephal
77	2	mesocephal
78	3	
79	4	
80	3	brachycephal
81	6	
82	11	
83	6	
84	6	
85	7	
86	11	
87	4	
88	4	
89	3	
91	1	
92	1	

Der größte fronto-occipitale Durchmesser, bei dem Mesocephalie noch vorkam, war 18,4 cm, bei Brachycephalie 19 cm. Die geringste Länge bei Dolichocephalie betrug 17,5 cm, bei Mesocephalie 17,5 cm.

Ein Verhältnis der Indices zum Fassungsraum der Kopfhöhle hat sich mit Rücksicht auf das Fehlen dolichocephaler Schädel bei den vorliegenden Messungen nicht ermitteln lassen; zu den drei Schädeln mit dem größten Innenraum gehören die Indices 79,8, 80,5 und 81,1. Bolk fand bei seinen Messungen, daß auf die Indices 77 und 82 eine größere Zahl bedeutender Schädelkapazitäten entfiel: er meint, es könnte für diese Zahlen das Raumverhältnis des Schädels besonders günstig liegen. Auch unsere Befunde widersprechen dieser Ansicht nicht, doch müssen erst weitere und viel umfangreichere Untersuchungen nachweisen, ob nur ein Zufallsbefund oder ein gesetzmäßiger Zusammenhang vorliegt, wenn brachycephale Schädel, die sich der Grenze der Mesocephalie nähern, durch höhere Kapazität ausgezeichnet sind.

Fassungsraum der Kopfhöhle; Schädelumfang.

Die früheren Ergebnisse von Welcker, Huschke, Ranke, die alle für das weibliche Geschlecht eine bedeutend niedrigere Schädelkapazität (ca. 1330 cm) gegenüber dem männlichen Geschlecht (ca. 1500 cm) feststellten, bestätigen sich in den vorliegenden Messungen der frisch er-

öffneten Kopfhöhlen, deren Rauminhalt verglichen mit dem des knöchernen Schädels etwas kleiner ausfallen muß, dies veranschaulicht nachstehende Tabelle.

Tabelle IV.

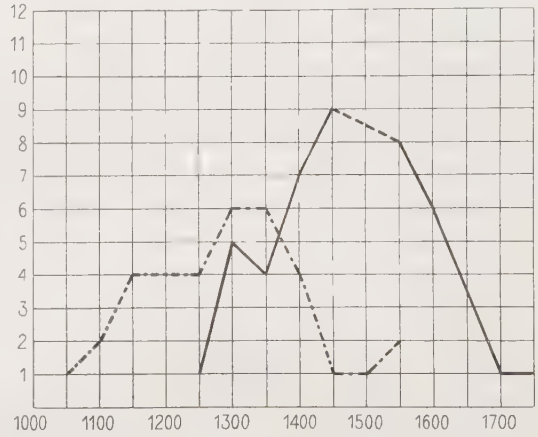
Männer (43 Fälle):			Weiber (36 Fälle):		Männer u. Weiber:
Kopfhöhle	Umfang d. Sch.	Mittelwert	Kopfhöhle	Umfang d. Sch.	Durchschnittlicher Umfang
ccm	cm	ccm	ccm	cm	cm
		1050	1058	48	48,0 (1 W.)
		1100	1115	49	49,0 (2 W.)
			1116	49	
			1128	51	
			1140	48	
		1150	1141	50	49,5 (4 W.)
			1160	49	
			1185	49,5	
			1190	49	
		1200	1201	48.5	50,5 (4 W.)
			1220	51	
			1238	50	
1255	48	1250	1257	49,5	51,0 (1 M. 4 W.)
			1258	51	
			1273	51,5	
			1276	—	
			1280	50,5	
1288	53		1280	51,5	
1305	53	1300	1301	49,5	51,0 (5 M. 6 W.)
1308	50		1305	51	
1311	51,5		1310	—	
1320	49				
			1328	51,5	
1334	51,5		1329	52	
1335	53		1335	51	
			1355	50	
1367	50	1350	1349	50	51,3 (4 M. 6 W.)
1375	52		1352	51,5	
1397	52,5		1380	53	
1398	53		1391	49	
1402	—	1400			52,2 (7 M. 4 W.)
1405	54		1405	49,5	
1415	52,5		1405	53	
1416	53				
1418	52				

Männer (43 Fälle):			Weiber (36 Fälle):		Männer u. Weiber:
Kopfhöhle	Umfang d. Sch.	Mittelwert	Kopfhöhle	Umfang d. Sch.	Durchschnittlicher Umfang
ccm	cm	ccm	ccm	cm	cm
1428	—				
1430	—				
1430	51,5				
1445	54				
1455	51	1450			52,1 (9 M. 1 W.)
1455	51				
1468	53		1460	50,5	
1475	51,5				
1475	54				
1477	53				
		1500			53,0 (2 M. 1 W.)
1518	51,5		1508	54,5	
1530	51,5		1537	—	
1555	53,5	1550	1553	53,5	53,7 (8 M. 2 W.)
1560	53		1560	53,5	
1562	54,5				
1571	54				
1572	54,5				
1575	55				
1580	54,5				
1585	54				
1587	—				
1595	53				
1598	54,5	1600			54,2 (6 M.)
1610	55				
1710	55	1700			54,5 (2 M.)
1733	54	1750			
Durchschnitts-Kapazität: 1467 ccm			Durchschnitts-Kapazität: 1289 ccm		

Der Hauptinhalt dieser Tabelle wird durch folgende graphische Darstellung anschaulich wiedergegeben.

Auf der Horizontalen ist der Fassungsraum der Kopfhöhle (beginnend mit 1000 ccm und steigend von 50 zu 50 ccm), auf der Senkrechten die Anzahl der zu den Kapazitäten gehörenden Schädel eingetragen. Die gestrichelte Linie bezeichnet die weiblichen Schädel, die ausgezogene die männlichen. Bei der Kurve der männlichen Schädel ist die Gruppe 1500, auf die durch Zufall nur zwei Schädelkapazitäten entfallen, unberücksichtigt geblieben.

Es finden sich für die Kapazität von 1050—1250 nur weibliche Schädel, während von den männlichen nur zwei unter den Rauminhalt von 1300 ccm herabgehen. Unter den Zahlen von 1300—1400 ccm finden sich beide Geschlechter etwa gleichmäßig vertreten, über 1400 ccm hinaus überwiegt das männliche Geschlecht, und weibliche Schädel kommen nur noch vereinzelt bis 1500 ccm vor.



Dem Ansteigen der einzelnen Kapazitätswerte entsprechen ziemlich genau die Mittelzahlen. Der Durchschnittswert für das männliche Geschlecht, 1467 ccm, liegt der Zahl 1450 (in der mittleren Kolumne) am nächsten, um die sich von 1400 bis 1500 ccm etwa ein Drittel der männlichen Schädel (15) gruppiert. Beim weiblichen Geschlecht liegt die Durchschnittskapazität, 1290 ccm, bei 1300, also etwa in der Mitte von 1250—1350. Zwischen diesen beiden Zahlen liegt auch der größte Teil (14) der 35 weiblichen Schädel. Die niedrigste und höchste Kapazität der frischen Kopfhöhle differieren bei den männlichen Erwachsenen um 478 ccm, bei den weiblichen um 502 ccm, also um weit mehr als ein Drittel der Durchschnittskapazität.

Die Tabelle enthält auch einen Vergleich von Kapazität und Horizontalumfang. Dem Anwachsen des Fassungsraumes von 50 zu 50 ccm entspricht eine Zunahme des durchschnittlichen Schädelumfanges. Die Gruppen zeigen dabei kein genau proportionales Aufsteigen; noch weniger ist dies für die einzelnen Fälle zu erwarten. Bei diesen ist das Verhältnis Kapazität: Umfang außerordentlich ungleichmäßig. Schädel von gleichem Fassungsraum können im Umfang bis 3 cm und mehr verschieden sein, und umgekehrt kommen bei gleichem Umfang Unterschiede im Rauminhalt von 200, ja 300 ccm vor. Diese Zahlen beweisen aufs neue die bereits eingangs erwähnte Tatsache, daß es nicht möglich ist, für die Beziehung Innenraum: Schädelumfang einen konstanten Faktor aufzustellen und daraus die Kapazität genauer zu berechnen.

Durchschnittsdifferenz von Hirnvolumen und Kopfinnenraum.

Um eine Norm für die Differenz von Kapazität und Hirnvolumen festzustellen, ist es nötig, die pathologischen Fälle, die in ziemlich großer

Anzahl in unserem Material vorhanden sind, auszuscheiden. Es werden daher die erkrankten Gehirne, bei denen sich schwere klinische oder anatomische Veränderungen bemerkbar machten, eine besondere Berücksichtigung erfahren. Die folgende Tabelle enthält die als ungefähr normal angenommenen Schädel und Gehirne.

Tabelle V.

Männer			Frauen		
Fall Nr.	Alter Jahre	Differenz %	Fall Nr.	Alter Jahre	Differenz %
1	17	9,6			
2	18	5,1			
3	18	5,6	2	19	6,2
4	23	9,6			
6	25	7,0	5	29	8,7
8	29	5,4	6	31	6,1
10	32	6,0	7	31	9,9
11	32	7,7	8	32	6,3
12	33	7,9	12	39	10,1
15	35	5,5			
18	37	7,0			
16	37	9,4			
21	40	6,4			
22	40	8,5			
23	43	6,1			
25	46	6,9			
26	48	9,1	15	52	6,3
27	50	9,9	16	53	9,2
28	51	5,7	18	57	8,6
34	59	7,4	19	58	7,6
36	64	7,1	20	59	13,4
37	65	8,3			
38	68	4,3	23	61	13,5
39	69	15,3	24	63	8,4
40	72	20,9	26	63	11,4
42	75	18,9	27	65	14,5
43	78	26,7	28	67	7,2
44	82	15,1	29	69	16,1
			30	70	20,3
			33	73	13,8
			34	77	16,4
			35	78	19,3

Aus Tabelle V ergibt sich zunächst, daß für die einzelnen Dezennien des mittleren Lebensalters die Differenz von Hirnvolum und Schädelkapazität ungefähr dieselbe ist. Bei den männlichen Individuen vom 17.—68. Lebensjahr finden sich Differenzzahlen etwa zwischen 5 % und 10 %. Die gleichen Werte treffen wir bei den weiblichen Individuen vom 19.—58. Lebensjahr an. Da sich an unserem — allerdings sehr lückenhaften — Material ein Unterschied der Differenz von Hirnvolumen und Schädelinnenraum den Geschlechtern nach nicht erkennen läßt, dürfen wir beide Kolumnen vereinigen und zur Berechnung der mittleren Differenzzahl verwerten. Danach beträgt die durchschnittliche Differenzzahl für die männlichen und weiblichen Individuen mittleren Alters 7,4 %, also rund 7 ½ %. Die Grenzen, innerhalb deren wir den Zwischenraum von Schädel und Gehirn als normal ansehen dürfen, sind 5 % und 10 % von der Kapazität der Kopfhöhle.

Abweichungen von den eben angeführten Werten finden wir in den höheren Altersklassen. Von den männlichen Individuen des 7. Jahrzehnts (4 Fälle) haben drei die gleiche Differenzzahl wie die vorhergehenden Altersstufen; nur ein Mann von 69 Jahren (Fall Nr. 39) weist eine Erhöhung der Differenzzahl auf, wie wir sie bei den über 70 Jahre alten Individuen finden: wir dürfen daher schon mit diesem Fall Nr. 39 die Gruppe der senilen Hirnatrophie beginnen lassen.

Dagegen finden sich bei den weiblichen Individuen schon im 7. Dezennium eine ausgesprochene Vermehrung der Differenz von Hirnvolumen und Schädelkapazität: von den 6 Fällen des 7. Jahrzehnts überschreiten 4 den als obere Grenze der Differenzzahl des mittleren Lebensalters angegebenen Wert von 10 %, ja es weist ein 59 jähr. weibliches Individuum (Fall Nr. 20) bereits eine Erhöhung der Differenzzahl auf, die wir schon als Zeichen seniler Hirnatrophie deuten dürfen. Wir können daher aus unseren Befunden, die freilich wegen der zu geringen Zahl von Fällen keine absolute Beweiskraft haben, die Ergebnisse von Marchand's Hirngewichtsuntersuchungen bestätigen, daß beim weiblichen Geschlecht die senile Hirnatrophie sich früher — schon im 7. Jahrzehnt —, beim männlichen Geschlecht erst im 8. Jahrzehnt stärker geltend macht. Die Volumenverminderung des Gehirns durch das Alter variiert individuell sehr bedeutend, daher lassen sich allgemeingültige Durchschnittswerte schwer aufstellen. (Der Mittelwert aus unseren Zahlen ist 15,6 %.)

Höchstens läßt sich sagen: es verdoppelt sich ungefähr die Differenzzahl des mittleren Lebensalters bis das höchste Greisenalter erreicht ist. In dieser allgemeinen Fassung berücksichtigt unsere Angabe die individuellen Schwankungen der Differenzzahl, denen wir auf allen Altersstufen begegnen.

Um die Ergebnisse anderer Untersucher, die den macerierten oder wenigstens größtenteils von der Dura befreiten Schädel zum Hirn ge-

wicht ins Verhältnis setzen, zu einem Vergleich heranziehen zu können, müssen wir unsere ermittelten Durchschnittswerte einer Umrechnung unterziehen.

Wenn wir die Kapazität der frischen Kopfhöhle eines erwachsenen Menschen mittleren Alters = 100 setzen, so gehört dazu laut obiger Tabelle das Hirnvolumen 92,5. Das zugehörige Hirngewicht ist etwas höher (Volumen x spez. Gewicht 1035) und beträgt rund 96. Wie aus der späteren Darstellung hervorgehen wird, müssen wir zum Volumen der frischen Kopfhöhle ca. 7% addieren, um die Kapazität des frischen, macerierten Schädels zu erhalten. Zur Kopfhöhlenkapazität 100 gehört demnach die Schädelkapazität 107, die wir zur obigen Hirngewichtszahl 95 in Beziehung setzen. Es ergibt sich daraus die Proportion $\frac{\text{a) Schädelkapazität}}{\text{b) Hirngewicht}} = \frac{107}{96}$. Rechnen wir dies in Prozente von a um, mit anderen Worten, setzen wir a = 100, so resultiert für das Hirngewicht die Zahl 89,7 (nach der Proportion $\frac{100}{b} = \frac{107}{96}$). Demnach würde aus den vorliegenden Untersuchungen die mittlere Differenz der Kapazität des macerierten Schädels und des Hirngewichts etwa 10—11% betragen.

Diese Zahl stimmt erfreulicherweise annähernd mit dem Befund von Reichardt überein, der als mittlere Differenz von Schädelkapazität und Hirnvolumen 12—14% angibt. Nach Apelt ist auf Grund der eigenen Untersuchungen und der von Reichardt als Mittelzahl etwa 10% mit normalen Schwankungen von 6—13% anzunehmen. Dieser Wert weicht kaum von dem unseren ab, auch wenn wir in Betracht ziehen, daß bei der Umrechnung eine kleine Ungenauigkeit entsteht, da bei der Reichardt'schen Methode die harte Hirnhaut nicht vollständig aus dem Schädel entfernt wird.

Von älteren Kapazitäts- und Hirngewichtsbestimmungen liegt bei Bischoff (5) eine Tabelle vor, allerdings ohne Angabe von Alter und Hirnbefund. Für frische Schädel und frische Hirne findet Bischoff 13,5% (14 Männer) und 9,8% (5 Weiber), etwas kleinere Werte bei frischen Hirnen und trockenen Schädeln, nämlich 11,9% (16 Männer) und 8,8% (7 Weiber). Da die niedrigere Differenzzahl beim weiblichen Geschlecht gegenüber den Männern in beiden Tabellen nicht etwa durch geringere Einzelwerte, sondern bei den wenigen Fällen lediglich durch die Zufälligkeit der Zusammensetzung verursacht ist, lassen sich beide Geschlechter in einer Kolumne vereinigen: deren Resultat stimmt mit den in neuerer Zeit gefundenen Mittelzahlen besser überein. Es beträgt die Differenz dann beim frischen macerierten Schädel 12,5%, beim trockenen Schädel 10,9%.

Eine beträchtlich kleinere Differenzzahl — bei Umrechnungen etwa die Hälfte der von uns gefundenen — hat sich bei den Messungen von

Bolk (4) ergeben, mit welchen Befunden er allerdings allein dasteht. Freilich sind seine Gehirne erst am 3. Tage nach dem Tode zur Untersuchung gelangt; der Schädel ist maceriert und, wie es scheint, stärker getrocknet worden, ehe der Fassungsraum bestimmt wurde. Diese Umstände können sehr wohl die Abweichung der Bolk'schen Resultate erklären, da der Schädel beim Trocknen schrumpft, andererseits das Gehirn postmortal durch längeres Verweilen in dem osmotisch veränderten Liquor und durch Zersetzungsvorgänge sehr wohl aufquellen kann. Wenigstens hat Apelt (2) an Hirnsubstanz, die längere Zeit in physiologischer Kochsalzlösung gelegen hatte, eine Volumenzunahme konstatieren können. Da die Befunde in Bolks Arbeit nicht einzeln angeführt und auch die Ergebnisse nach anderen Gesichtspunkten angeordnet sind, läßt sich nicht ersehen, wie die Mittelzahlen zustande kommen. Möglicherweise sind auch hier Zufälligkeiten im Spiele.

Da neben dem letztgenannten Autor auch andere Untersucher bei ihren Kapazitätsbestimmungen die Austrocknung des Schädels nicht berücksichtigt haben, so sei an der Hand von Befunden Bischoff's auf diese Frage eingegangen.

Bischoff maß an sechs Schädeln die Kapazität im frischen und getrockneten Zustande und fand, daß durch das Trocknen die Schädel um 20—100 ccm kleiner wurden. In Prozente umgerechnet, verloren die sechs Schädel von der Kapazität im frischen Zustande: 1,1 %, 2,5 %, 3,3 %, 3,3 %, 4,9 %, 7,8 %, im Mittel: 3,8 %. Mit diesen Angaben stehen die Befunde Welcker's an anderen Knochen in Übereinstimmung. Auf jeden Fall zeigen diese Beispiele, daß der Fassungsraum des trockenen Schädels dem des frischen nicht ohne weiteres gleichgesetzt werden darf. Ob für das Eintrocknen ein ungefähr konstanter Faktor in Frage kommt, müssen spätere Forschungen zeigen.

Von Interesse ist auch der Vergleich unserer Differenzzahl mit der bei Mikrocephalen.

Marchand (10) hat aus mehreren Fällen ausgeprägter Mikrocephalie die durchschnittliche Differenz von Hirnvolumen und Schädelkapazität zu 8,5 % ermittelt, also einen Wert, der nur um ein Geringes von unserer durchschnittlichen Differenzzahl (7,5 %) abweicht.

Vergleichen wir nun die normalen Differenzzahlen mit denen der pathologischen Fälle, die in Tabelle VI nach den Erkrankungen zusammengestellt sind.

Tabelle VI.

(Pathologische Fälle. — Erwachsene Männer und Weiber.)

Geschl.	Fall Nr.	Alter: Jahre	Diff. v. Kap. d. Kopfhöhle u. Hirnvol. in %		Erkrankung.
W.	10	37	2,7		Fract. column. vertebr.
M.	17	37	4,5		Otitis media.
M.	5	24	29,7		Paralys. progr.
M.	14	34	8,4		
M.	30	54	17,6		
M.	29	ca. 55	2,2		Frische Apoplexie.
M.	31	56	16,9		
M.	35	59	9,4		
W.	11	38	7,9		
W.	17	54	2,2		
W.	22	59	3,0		
W.	31	72	11,1		
W.	32	73	11,2		
W.	13	39	10,9		Embol. art. bas. cerebr.
W.	9	32	2,0		Frische Encephalomalacie.
W.	21	59	8,2		Frische u. alte Encephalomalacie.
M.	24	45	8,6		Alte Encephalomalacie.
W.	25	63	11,5		
M.	19	39	3,2		Alte Erweichung. Verschluß d. A. foss. Sylvii
M.	7	27	10,2	tuberkulöse	Leptomeningitis.
M.	13	34	1,4	„	
M.	20	40	5,9	purul.	
M.	33	56	7,8	tuberkulöse	
M.	32	56	12,9	chronische	
W.	1	19	5,6	tuberkulöse	
W.	3	25	13,0	chronische	
W.	4	28	7,9	tuberkulöse	
W.	14	40	4,6	tuberkulöse	
M.	9	29	4,3		Hydrocephalus intern.
M.	41	74	8,4		

Fall Nr. 10 betrifft eine Frau, die sich aus beträchtlicher Höhe herabgestürzt hatte. Obwohl der Kopf nur geringe Spuren eines leichten Aufschlagens (Sugillat der Kopfschwarte ohne Hautverletzung) aufwies, müssen wir doch nach der niedrigen Differenzzahl (2,7 %) auf eine akut eingetretene Hirnschwellung schließen, die vielleicht z. T. auch auf die Kreislaufstörung (Fettembolie der Lunge) zu beziehen ist.

Dagegen zeigt in Fall 17 der Kopfbefund die Ursache der Hirnschwellung. Diese war hervorgerufen durch Reizerscheinungen, ausgehend von Tuberkeln in der Hirnsubstanz und einem Abszeß des rechten Felsenbeins, der bereits den Sinus etwas arrodiert hatte.

Von der Gruppe der progressiven Paralyse weisen zwei Fälle Nr. 5 und Nr. 30 eine außergewöhnlich große Differenz von Schädelkapazität und Hirnvolumen auf, die auf starke Hirnatrophie schließen läßt. Bei Fall 5 ist die Hirnverkleinerung schon aus dem niedrigen Hirngewicht (1020 g) zu erkennen, während bei Fall Nr. 30 die Hirngewichtszahl (1370 g) genau der Norm entspricht. Bei dem dritten Paralytiker (Fall Nr. 14) ist eine merkliche Hirnatrophie nicht vorhanden, was sich aus dem klinischen Verlaufe dieses Falles erklärt: die Erkrankung brach ganz plötzlich aus und führte innerhalb drei Wochen zum Tode.

In unseren Fällen frischer Hirnapoplexie zeigen die Differenzzahlen keine Einheitlichkeit. Bei Fall Nr. 29 (M.) und Nr. 17 (W.), Nr. 22 (W.) hat die Apoplexie eine sehr starke Hirnschwellung zur Folge gehabt. Vielleicht dürfen wir auch bei Fall 31 und 32 eine Hirnvergrößerung annehmen, bei zwei weiblichen Individuen von 72 und 73 Jahren, wo vor Eintritt der Apoplexie die Differenzzahl vermutlich durch senile Atrophie etwas höher war. Bei Fall Nr. 35 (M.) und Nr. 11 (W.) entsprechen die Differenzen der Durchschnittszahl. Die hohe Differenzziffer von Fall Nr. 31 (M.) 16,9 % hat keine Beziehung zu der Hirnapoplexie, sondern erklärt sich aus der zugleich bestehenden chronischen Leptomeningitis.

Bei Fall Nr. 13 (W.), einer Embolie der Art. basilar., ließ sich eine wesentliche Verringerung des Zwischenraums von Gehirn und Kopfhöhle nicht feststellen, was sich daraus erklärt, daß nur Kleinhirn, Brücke und Hirnschenkel stärker geschwollen, das Großhirn dagegen nicht geschwollen war.

Mit MARCHAND's Beobachtung, daß eine Gehirnschwellung bei frischer Embolie auftritt, stimmen auch die vorliegenden Untersuchungen überein: Ein frischer Fall von Encephalomalacie, Nr. 9 (W.), mit großem Erweichungsherd zeigt eine starke allgemeine Hirnschwellung, die sich durch die sehr niedrige Differenz von Hirnvolumen und Kapazität der Kopfhöhle, 2 %, ausprägt. — Bei Nr. 19 (M.), Verschluß der Art. foss. Sylv. dext., gibt der Sektionsbericht gleichfalls Ödem und Schwellung des Gehirns an. Dementsprechend ist die von uns festgestellte Differenzzahl nur 3,2 %. Dies Gehirn wies außerdem einen alten Erweichungsherd im Corpus striatum und einen Hydrocephalus internus auf, der vielleicht z. T. die Hirnvergrößerung mit verursacht hat. — Es fehlte nachweisbare Hirnschwellung bei Fall Nr. 21 (W.), wo sich frische Erweichung neben älteren Herden vorfand.

In einem Fall alter Encephalomalacie Nr. 24 (M.), war eine Abweichung von der normalen Differenzzahl nicht nachzuweisen. Dagegen war in einem ähnlichen Fall, Nr. 25 (W.) der Zwischenraum von Gehirn und Kopfhöhle größer als 11 %. Bei diesem Gehirn einer 63jährigen Frau fand sich die linke Carotis durch einen Pfropf verschlossen und die ganze linke Hemisphäre durch einen großen alten Erweichungsherd eingesunken. Gleichzeitig waren Zeichen chronischer Leptomeningitis und seniler Hirnatrophie vorhanden.

Es wurden von den normalen Fällen zwei Gehirne wegen Hydrocephalus internus abgetrennt: bei dem einen Gehirn, Fall Nr. 9 (M.), waren die Hirnventrikel erweitert und reichlich gefüllt, was eine Vergrößerung des Gehirns zur Folge hatte (Differenzzahl 4,3 %). Inwieweit die Todesursache (Peritonitis) zu der Schwellung und starken Durchtränkung dieses Gehirns beigetragen hat, läßt sich nicht entscheiden. Das gleiche gilt für Fall 41 (M.), wo der Tod durch eine allgemeine Kreislaufstörung (Schrumpfniere) eingetreten war. Es fand sich im Gehirn eine Erweiterung der Ventrikel und eine seröse Durchtränkung der Hirnsubstanz. Da das Gehirn schon Zeichen seniler

Atrophie aufwies, ist die Differenzzahl 8,4 % sicher zu niedrig. Es ist also auch hier eine Schwellung und Vergrößerung des Gehirns festzustellen.

Besonderes Interesse verdienen noch die zwei folgenden Fälle, die wegen eines außerordentlichen Hydrocephalus genauer geschildert sind.

Franz M., $1^1/_4$ Jahr (Exitus im Anschluß an Meningocele-Operation). Hirnschädel kolossal ausgedehnt. Gesicht von normaler Größe. Stirn sehr hoch und stark gewölbt, ragt noch über die Nasenspitze hinaus. Hirnschädel etwas unsymmetrisch. Die Hinterhauptsschuppe springt als breitspitzige Vorwölbung heraus. Große Fontanelle weit offen, unregelmäßig gestaltet. Horizontalumfang des Kopfes 59 cm, über den Stirn- und Parietalhöckern 55 cm, Umfang von Nasenwurzel zum Foramen magnum 44 cm, von einem Ohransatz zum anderen 35 cm. Stirnhöhe (Nasenwurzel, Haargrenze) 8 cm. Frontaler Durchmesser $12^1/_2$ cm, biparietaler Durchmesser über 15 cm, Längsdurchmesser (Glabella-Protub. occipit.) $17^1/_2$ cm. Protub. occipit. zur Mitte des Stirnbeins $19^3/_4$ cm. Frontalnaht verknöchert. Vorderer Ausläufer der großen Fontanelle durch einen Knochenzacken Y-förmig geteilt. Bei Eröffnung des Spinalkanals (durch Entfernung des Atlas) quillt reichlich Flüssigkeit hervor. Vordere und hintere Schädelgrube stark ausgedehnt. Falx dur. mat. verdünnt, z. T. durchbrochen. Weiche Hirnhäute ganz zart, ihre Gefäße ziemlich gefüllt. Hirnwindungen sehr zahlreich. Das Kleinhirn, das ungefähr dem Alter des Kindes entspricht, erscheint im Vergleich zum Großhirn auffallend klein. An der Hirnbasis wölben sich Infundibulum und Ventrikelboden blasenartig hervor. Das Gewicht des Gehirnes, 2040 g, entspricht nicht den Verhältnissen am Lebenden, da am Tage vor der Sektion 400 ccm klare Hirnflüssigkeit abgezogen und 500 ccm KAISERLING'sche Flüssigkeit injiziert wurde. Die Kapazität der Kopfhöhle betrug 2241 ccm.

Nach der hohen Kapazitätszahl der Kopfhöhle muß das Gehirn, dessen Volumbestimmung wegen der Konservierung unmöglich war, auf viel größer geschätzt werden.

Willy H., 15 Jahre (Todesursache: Lungen- und Knochentuberkulose). Schädeldach groß, ziemlich symmetrisch, Innenfläche glatt. Dura sehr stark gespannt, innen glatt und glänzend. In den Sinus flüssiges Blut und Cruor. Hintere Schädelgrube stark ausgedehnt. Clivus auffallend seicht. Auch die mittlere Schädelgrube stark vergrößert. Impressionen der Hirnwindungen überall stärker ausgesprochen, z. T. mit hohen und scharfkantigen Riffen. Gehirn stark ausgedehnt. Gyri breit, abgeplattet. Sinus mäßig gefüllt, ebenso die Gefäße an der Konvexität. Seitenventrikel stark erweitert, voll klarer Flüssigkeit.

Außenmaße des Schädels: Horizontalumfang 54 cm, Vertikalumfang 35 cm, Sagittalumfang 34; Fronto-occip. Durchm. 17,5; größter Quer-Durchm. 15,5; Warzenbreite 12,8; Ohrbreite 11,5; Stirnbreite 10 cm.

Innenmaße des Schädels: Größte Hemisphärenlänge 18 cm, größte Breite 15 cm; größter Horizontalumfang 55 cm; Höhe 10,5 cm; Breite des Kleinhirns 10 cm; Quer-Durchm. an den Sin. sigmoid. 11,5 cm; Breite des Stirnhirns 8,5 cm. (Diese Maße wurden am Leimausguß der macerierten frischen Kopfhöhle festgestellt.) Hirngewicht: 1810 g, nach der Kalibrierung 1770 g, nach der Entleerung der Ventrikel 1360 g. Im ganzen flossen vom Gehirn 408 ccm Flüssigkeit ab. Hirnvolumen: 1750 ccm, nach der Sektion des Gehirns 1300 ccm. Kapazität der Kopfhöhle: 1797 ccm.

In den beiden angeführten Fällen ist der Liquor der Hirnventrikel sehr stark vermehrt; während der normale Ventrikelinhalt auf 20 ccm geschätzt wird, ist in unserem Fall 2450 g Flüssigkeit im Hirninnern, also mehr als das Zwanzigfache der Norm. Dasselbe zeigt auch die Differenzzahl von Hirnvolumen und Kapazität, die von 2 % auf 20 % nach der Hirnsektion ansteigt.

Kopfhöhle und Hirnvolumen bei Kindern.

Für das Kindesalter liegen vergleichende Messungen von Schädelinnenraum und Gehirn in nennenswerter Zahl noch nicht vor. Ja es sind auch die Bestimmungen der kindlichen Schädelkapazität (ohne Berücksichtigung des zugehörigen Gehirns) erst in neuerer Zeit ausgeführt worden (Pfister). Wenn auch die nachfolgenden Tabellen nur eine geringe Zahl vergleichender Messungen umfaßt, so gestatten sie wenigstens für die ersten Lebensjahre die Aufstellung einer Durchschnittsdifferenz.

Tabelle VII.

A. Knaben (19 Fälle).

Fall Nr.	Alter	Körperlänge cm	a Schädelkapazität ccm	b Hirnvolumen ccm	c Hirngewicht g	Differenz von a und b in ccm	Differenz von a und b in %
*1	Frühgeburt	44	284	272	283	12	4,2
*2	„	48	295	285	304	11	3,7
*3	Neugeboren	52	361	356	364	5	1,4
*4	„	50	375	365	372	10	2,7
*5	Totgeboren	—	424	422	424	2	0,5
6	6 Wochen	51	426	416	423	10	2,3
7	2 „	—	452	440	450	12	2,8
8	3 „	53	460	445	453	15	3,3
9	4 Monate	59	497	493	520	4	0,8
10	3 „	55	499	491	510	8	1,6
11	8 Wochen	52	527	518	535	9	1,7
12	7 Monate	65	671	658	680	13	1,9
13	$1^1/_2$ Jahre	73	943	917	945	26	2,8
14	$1^1/_4$ „	68	1051	1032	1050	19	1,8
15	2 „	80	1203	1178	1200	25	2,1
16	3 „	95	1251	1127	1148	124	9,9
17	4 „	96	1317	nicht feststellbar		—	—
18	6 „	120	1390	1295	1340	95	6,8
19	5 „	93	1412	1360	1400	52	3,7

B. Mädchen (12 Fälle).

Fall Nr.	Alter	Körperlänge cm	a Schädelkapazität ccm	b Hirnvolumen ccm	c Hirngewicht g	Differenz von a und b in ccm	Differenz von a und b in %
*1	8 Tage	38	226	221	227	5	2,2
2	$3^1/_2$ Monate	49	364	357	366	7	1,9
3	9 Tage	47	392	385	394	7	1,8
*4	6 „	49	397	386	398	11	2,8
5	4 Wochen	52	426	422	428	4	0,9
6	3 Monate	—	441	433	452	8	1,8
7	$3^1/_2$ „	52	497	470	481	27	5,4
8	$2^1/_2$ „	48	565	556	567	9	1,6
9	11 „	—	651	632	660	19	2,9
10	$1^1/_4$ Jahre	66	851	845	870	6	0,7
11	5 „	95	1125	1095	1127	30	2,7
12	$13^1/_4$ „	145	1590	1515	1548	75	4,7

Todesursachen und Kopfbefunde zu den Fällen der Tab. VI.

A. Knaben.

1. Hirn weich, feucht. Furchen seicht.
2. Omphalitis purul. Hirn feucht, ziemlich weich.
3. — — — —
4. Lues congen. Hirnsubstanz weich und feucht.
5. Hirnsubstanz sehr weich und feucht.
6. Pneumonia lobul. Hirn weich, durchtränkt:
7. — — — —
8. Enteritis acuta. Sinus voll flüssigen Blutes. Piavenen stark gefüllt. Hirnsubstanz blutreich, feucht.
9. Leptomeningitis purul. Otitis media (Diphtheria nasi). Dura gespannt. An den weichen Häuten die Venen stark gefüllt, sulziges Exsudat.
10. Lues congen. Bronchitis.
11. Gastroenteritis. In den Sinus wenig geronnenes Blut. Piagefäße stark gefüllt. Hirnsubstanz weich, ziemlich feucht.
12. Enteritis. Sinus stark mit weich geronnenem Blut gefüllt. Weiche Häute hyperämisch, sehr ödematös. Hirnsubstanz feucht, Mark weiß, mit sehr wenig Blutpunkten, Rinde blaßgrau.
13. Tub. pulm. et intestini. Rachitis. Schädel stark gewölbt. Vorspringende Parietalhöcker. Schädeldach dünn, haftet fest an der Dura. Weiche Häute hyperämisch. Hirnsubstanz sehr weich, feucht und etwas hyperämisch.
14. Pneumon. lobul. (Status thymolymphat. levis.) Schädelknochen sehr weich, leicht schneidbar. Tabulae dünn; Diploe sehr reichlich entwickelt. Hirnwindungen abgeplattet. Substanz etwas hyperämisch, sehr weich und geschwellt.

15. Sepsis streptococcica. Nähte und Fontanellen geschlossen. Dura fest am Schädeldach. Osteophyten innen am Scheitelbein. Weiche Häute leicht hyperämisch, etwas getrübt. Hirnsubstanz weich, geschwollen, hyperämisch.

16. Leptomeningitis tub. Fontanellen geschlossen. Dura stark gespannt. Beim Ablösen der Dura vom Hirn fließt viel Liquor ab. Piavenen stark gefüllt. An den weichen Häuten sulzige Trübung und Knötchen. Hirnsubstanz blutreich und feucht (Wägung und Kalibrierung wurden mehrere Stunden nach der Herausnahme vorgenommen).

17. Abscessus cerebri. Schädeldach innen sehr rauh, leicht von der Dura lösbar. Dura stark gespannt, ist an der Innenfläche, ebenso wie die Pia, trocken. Beim Herausnehmen des Hirns reißt in der rechten Hemisphäre ein großer Abszeß ein (60 ccm Eiter entleeren sich). Umgebende Hirnsubstanz weich und breiig.

18. Pneumonia lobul. Otitis med. dupl. (Morbilli sanati). Dura innen glatt. Weiche Häute zart, hyperämisch, feucht. Substanz feucht, Rinde blutreich.

19. Combustio gravis integumenti (Thymus mag. persist.). Dura fest am Schädeldach. In den Sinus reichlich weicher Cruor. Venen der harten und weichen Hirnhaut stark gefüllt. Hirnsubstanz weich, feucht, sehr hyperämisch. Seitenventrikel etwas erweitert.

B. Mädchen.

1. Soor. Dermatitis exfoliat. Dura innen glatt, leicht abstreifbare kleinfleckige Hämorrhagien an Dura und Pia. Mark und Rinde sehr blutreich.

2. Enteritis follicul. Hirnsubstanz ziemlich feucht und weich.

3. Gastroenteritis. Dermatit. exfol. In den Sinus flüssiges Blut. Hirnsubstanz weich, hyperämisch.

4. Bronchitis. Hirn erscheint geschwollen. Windungen breit. Hirnsubstanz blaß, wenig blutreich, stark feucht. In den Sinus flüssiges Blut.

5. Paedatrophia. In den Sinus wenig flüssiges Blut. Weiche Häute stark hyperämisch. Hirnsubstanz sehr weich und feucht, wenig blutreich.

6. Enteritis. Gefäße der Pia wenig gefüllt. Substanz blaß.

7. Enteritis. Pemphigus vulgar. Schädeldach dünn, hängt fest an der Dura. Piavenen stark gefüllt. Gyri breit, Furchen schmal. Hirnsubstanz sehr blutreich und ziemlich feucht.

8. Pneumonia lobul. Am rechten Scheitelbein eine Knochenverdickung. In den Sinus flüssiges Blut. Marksubstanz ziemlich blaß.

9. Gastroenteritis.

10. Intumescentia thymi (Status thymolymphat.). Intumescentia cerebri et anaemia cer. Diploe verdickt, stärker gerötet. Dura gespannt. Hirnwindungen etwas abgeplattet. Weiche Häute zart, nicht durchtränkt. Mark und Rinde sehr blaß, stark geschwollen.

11. Scarlatina. Diphtheria faucium.

12. Morbus maculos. Werlhof. Pachymeningitis haemorrhag. int. Schädel sehr umfangreich, vergrößert (Umfang 54,8, Längen-Durchm. 14,2, Quer-Durchm. 15,5 cm). Dura ziemlich gespannt, an ihrer Innenseite blutig gefärbte Pseudomembranen. Sinus wenig gefüllt. Hirnsubstanz gequollen, feucht, sehr blaß.

Es fällt zunächst auf, daß in dieser Tabelle bei beiden Geschlechtern die Zunahme der Schädelkapazität keineswegs mit dem Wachstum nach Körperlänge oder dem Alter Hand in Hand geht. Diese Verschiedenheit erklärt sich hieraus: Es kommen unter den Todesfällen des frühen kindlichen Alters vor allem die zu früh geborenen und daher auch in der weiteren Entwicklung zurückgebliebenen Kinder in Betracht.

Wir fassen zunächst die Ebengeborenen und Kinder bis zu 8 Tagen in eine Grupe zusammen: dazu gehören von den Knaben Fall Nr. 1 bis Nr. 5, von den Mädchen Fall Nr. 1 und Fall Nr. 4. Es finden sich unter diesen 7 Fällen Schwankungen der Differenzzahl von 0,5 %—4,2 %. Als durchschnittliche Differenz von Kopfhöhle und Hirnvolumen ergibt sich $2^1/_2$ %. Von den 7 Fällen weisen 2 (Nr. 1 und Nr. 2 von den Knaben) eine Differenzziffer über 3 % auf. Vielleicht darf man annehmen, daß bei Untersuchungen einer größeren Reihe Neugeborener die Durchschnittsziffer etwas niedriger wird. Auf jeden Fall stellt die von uns gefundene Differenzzahl nur einen annähernden Wert dar, zumal wenn wir berücksichtigen, daß sich bei den kleineren Zahlen der kindlichen Kopfhöhle die Fehlerquellen der Methode stärker geltend machen.

Von dem übrigen Material des kindlichen Alters scheiden Fall Nr. 9 und 16 von den Knaben und Fall Nr. 12 von den Mädchen als pathologisch aus und sollen besonders betrachtet werden. Es ergibt sich für das Alter von 1 Woche bis 6 Jahre als durchschnittliche Differenz von Kopfhöhle und Hirnvolumen $2^3/_4$ %, also annähernd derselbe Wert wie bei den Neugeborenen. Wenn auch diese Durchschnittszahl $2^3/_4$ % wegen des geringen Materials keine absolute Geltung beanspruchen kann, so beweist sie doch, daß im Kindesalter die durchschnittliche Differenz von Kopfhöhle und Hirnvolumen, absolut wie relativ, bedeutend niedriger ist als beim Erwachsenen, daß also das kindliche Gehirn einen weit geringeren Spielraum in der Schädelhöhle hat als das des Erwachsenen. Die Differenz von Hirnvolumen und Schädelkapazität ist beim Kind noch nicht halb so groß wie beim Erwachsenen.

Wie der Übergang der niedrigen Differenzzahl zur höheren erfolgt, ist aus dem vorliegenden Material nicht ersichtlich. Sicher geht dieser Wechsel entsprechend dem Wachstum von Gehirn und Schädel ganz allmählich vor sich. Da in der Altersklasse bis zu 6 Jahren die Durchschnittsdifferenz der Erwachsenen (7,5 %) nicht erreicht wird und nur 2 Fälle die Differenz von 5 % überschreiten, so ist anzunehmen, daß der Zwischenraum von Hirn und Kopfhöhle im allgemeinen erst vom 6. Lebensjahre ab erheblich größer wird, bis er gegen Ende der Pubertätszeit einen konstanten Wert erreicht.

Von den pathologischen Fällen ist zunächst Fall Nr. 9 zu erwähnen, ein 4 Monate alter Knabe, bei dem die Sektion tuberkulöse Meningitis ergab: Die sehr niedrige Differenzzahl (0,8 %) ist vielleicht durch akute Schwellung

dieses Gehirns infolge der entzündlichen Veränderungen zu erklären. Ebenso fällt Fall Nr. 10 von den Mädchen durch die geringe Differenz von Gehirn und Kopfhöhle (0,7 %) auf: Er betraf ein $1^1/_4$ jähriges Mädchen mit Vergrößerung der Thymus und allgemeinem Status lymphaticus. Das Gehirn war stark geschwollen, Mark und Rinde sehr blaß. Hier hatte die Thymuserkrankung sicher die starke Hirnschwellung hervorgerufen.

Fall Nr. 16 ist nicht ganz klar. Differenzzahl 9,9 % ist für einen 3jährigen Knaben entschieden viel zu hoch. Wahrscheinlich hatte ein ausnahmsweise großer Zwischenraum von Gehirn und Schädel bestanden. Zugleich hatte die späte Messung des Gehirns einen beträchtlichen Verlust an Liquor aus den ödematösen Leptomeninx — und damit eine Verringerung des Hirnvolums — zur Folge.

Fall Nr. 17 zeigt, bis zu welchem Grad sich der Raum zwischen Gehirn und Schädel verringern kann: er betraf einen Knaben mit eitriger Encephalitis, bei dem ein großer Teil der rechten Hemisphäre in eiteriger Einschmelzung begriffen war. Der Zwischenraum von Gehirn und Schädel, in dem sich kaum ein Tropfen Liquor befand, ist hier gleich Null zu setzen. Diese enorme Hirnschwellung hatte schon länger bestanden, da bereits Usuren an der Schädelinnenfläche durch den intrakraniellen Druck entstanden waren.

Besonderes Interesse bietet noch Fall 12, ein 13jähriges Mädchen, das an Werlhof'scher Krankheit starb. Die Körpergröße, 145 cm, übertrifft bei weitem das Mittelmaß, ebenso sind die Schädelmaße ungewöhnlich hoch. Da der Sektionsbericht keine Angaben über den Schluß der Fontanellen und Erweiterung der Hirnventrikel enthält, können wir keinen Hydrocephalus annehmen. Es überschreitet die Schädelkapazität 1590 ccm die Durchschnittskapazität erwachsener weiblicher Individuen um ein Bedeutendes, entsprechend ist das Hirnvolumen (1515 ccm) und das Hirngewicht (1548 g) abnorm hoch. Die Hirnsubstanz war gequollen, feucht und sehr blaß. Es lag also eine Gehirnschwellung vor, die sich auch in der Differenzzahl ausprägt, denn in Anbetracht der Maße von Kopfhöhle und Gehirn, die nicht mehr den kindlichen Verhältnissen entsprechen, müssen wir die Differenzzahl (4,7 %) als verringert auffassen.

Die Mehrzahl der kindlichen Gehirne ist im Sektionsbericht als feucht, hyperämisch, in manchen Fällen als anämisch bei gleichzeitiger seröser Durchtränkung geschildert. Es scheint fast, als ob die Schwellung des Gehirns an der kindlichen Leiche der überwiegende Befund ist.

Kapazität der Kopfhöhle und Volumen der Dura.

Diese Messungen sind im folgenden zusammengestellt (Tabelle VIII siehe p. 37):

Beim Erwachsenen beträgt das durchschnittliche Volumen der Dura 50—60 ccm (genaues Mitte 157 ccm). Auf den Fassungsraum des macerierten Schädels umgerechnet nimmt die Dura etwa $3^1/_2$ % vom Innenraum des Schädels ein. Im allgemeinen gehört zu einer großen Kopfhöhle auch eine voluminöse Pachymeninx. Unterschiede des Geschlechts sind an der Dura nicht festzustellen. Ob im höheren Alter die Dura an Volumen zunimmt, ist aus unseren Zahlen nicht mit Sicherheit zu entnehmen.

Tabelle VIII.

Erwachsene:

Alter Jahre	Geschlecht	Fall Nr.	Kapazität der Kopfhöhle ccm	Volumen der Dura ccm	Verhältnis in %
19	W.	2	1160	47	4,1
59	W.	20	1190	52	4,4
37	W.	10	1238	42	3,4
31	W.	6	1262	55	4,4
62	W.	24	1280	62	4,8
69	M.	29	1288	52	4,0
32	M.	10	1311	50	3,8
29	W.	5	1352	58	4,3
34	M.	14	1375	53	3,9
24	M.	5	1397	62	4,4
73	W.	32	1380	66	4,7
37	M.	16	1430	56	3,9
23	M.	4	1455	50	3,4
39	W.	12	1460	45	3,1
67	W.	28	1508	84	5,6
58	W.	19	1560	65	4,2
48	M.	26	1580	65	4,1
Mittelwerte			1366	56,7	4,2

Kinder:

4 Wochen	W.	5	426	16	3,8
8 Wochen	M.	11	527	23	4,4
7 Monate	M.	12	671	26	3,9
6 Jahre	M.	18	1390	55	3,9
Mittelwerte			753,5	30,0	4,0

Hohlräume der Dura mater.

An einigen Schädeln wurde eine Volumbestimmung der Venensinus versucht. Es wurde erst die Kapazität der Kopfhöhle mit geschlossenem Sinus (der vorn durchschnittene Sinus sagittalis wurde verstopft) gemessen, danach die ganze Dura sorgfältig entfernt, ihr Volumen nach Aufschneiden und Entleeren der Sinus besonders bestimmt. Zum Schluß wurde der knöcherne Schädel nochmals mit Wasser angefüllt. (Tabelle IX s. p. 38.)

Aus vorstehender Tabelle ergibt sich: die Hohlräume der Dura im Schädel des Erwachsenen fassen etwa 40—50 ccm. Bischoff hat an den wenigen Fällen, die er untersuchte, noch höhere Zahlen gefunden, doch erscheinen schon unsere Werte reichlich hoch. Bei der unvermeid-

Tabelle IX.

Erwachsene:

Fall Nr.	Alter Jahre	Geschlecht	Kapazität des Schädels ohne Dura	Kapazität d. Kopfhöhle mit Dura	Differenz in ccm	Differenz in %	Volumen der Dura	Sinus u. Hohlräume
6	31	W.	1370	1262	108	7,9	55	53
10	37	W.	1325	1238	87	6,6	42	45
19	58	W.	1657	1560	97	5,9	65	32
5	29	W.	1395	1288	107	7,7	52	56
Mittelwerte			1437	1337	100	7,0	54	46
Kinder:								
4	4	W.	452	426	26	5,8	16	10
12	7	M.	718	671	47	6,4	26	21
Mittelwerte						6,1		

lich hohen Fehlerquelle können sie auch nur annähernde Richtigkeit besitzen. Auf die Kapazität des macerierten Schädels bezogen, nehmen die Venensinus etwa 3 % ein, die Dura mater ca. $3^1/_2$—4 %. Bei der Vergleichung der Kapazitäten von frischer Kopfhöhle und maceriertem Schädel wollen wir die beiden kindlichen Fälle, da sie nicht von den Werten Erwachsener abweichen, mit diesen zu einer Gruppe vereinigen, der Fassungsraum des macerierten Schädels ist dann um $6^1/_2$ %—7 % größer, der der zugehörigen frischen Kopfhöhle oder umgekehrt sind zur Kapazität der frischen Kopfhöhle etwa 7 % zu addieren, um die Schädelkapazität zu erhalten. Diese Durchschnittszahlen stimmen genau mit den Ergebnissen überein, die Peister bei Kapazitätsbestimmungen kindlicher Schädel gefunden hat.

Hirnvolum und Schädelkapazität beim Hund.

Wie oben bereits näher ausgeführt wurde, ist von Hill u. A. versucht worden, die Zirkulationsstörungen am Gehirn durch Tierexperimente zu erforschen in der Voraussetzung, daß das Raumverhältnis von Hirn und Schädel bei Mensch und Hund ganz gleich sei. Zwar ist diese Annahme Hill's bereits von Marchand als unrichtig nachgewiesen. Doch fand ich in der Literatur keinen zahlenmäßigen Nachweis, in welchem Verhältnis das Gehirn zur Schädelhöhle beim Hund steht. Es wurden deshalb im Anschluß an die Messungen menschlicher Schädel einige Kapazitätsbestimmungen am Hunde ausgeführt nach einem Verfahren, das sehr präzise Werte zu liefern vermag:

Es wurde der abgetrennte Kopf des Tieres sauber von Weichteilen und Periost befreit, dann in seinem großen Umfang mit Säge und Meißel geöffnet. Nach Abnahme des Schädeldaches, dessen leicht rauher Innenfläche die Dura mater fest ansitzt, wird die harte Hirnhaut von der Konvexität der Hemisphären abpräpariert, das Hirn vorsichtig herausgenommen und sein Gewicht und Volumen bestimmt. Darauf entfernt man die ganze Dura, so daß alle Durchtrittsstellen von Gefäßen und Nerven, vor allem die Lamina cribroidea. von Bindegewebe befreit sind. Nachdem der Schädel trocken ausgewischt ist, wird er mit Wachs von innen und außen abgedichtet (es bewährte sich dabei eine Mischung von 75 Teilen Wachs und 25 Teilen Vaseline, die leicht knetbar ist und am halbtrockenen Knochen gut haftet). Die Abdichtung der Lamina cribroidea wird erleichtert, wenn man den Gesichtsschädel absägt, die oberen Nasenmuscheln zerstört und die Siebbeinplatte von unten her mit Kitt verstreicht. Die Stirnhöhlen werden ebenfalls ganz mit Kitt ausgefüllt. Dann wird Basis und Kalotte durch Umwinden mit Draht wieder vereinigt und der Sägeschnitt dünn mit der Wachsmischung verstrichen, was mit einem erhitzten Glasstäbchen vervollständigt wird. Der Schädel wird nunmehr vom Hinterhauptsloch aus einer Bürette zu 100 ccm wiederholt mit Wasser angefüllt; die Kapazitätszahl ist an dem Meniscus, der in der Bürette verbleibenden Wassersäule bis auf $^1/_5$ ccm genau abzulesen. Es empfiehlt sich, nur größere Tiere zur Messung zu wählen, da bei zu kleinen Schädeln sich genaue Ergebnisse trotz aller Sorgfalt nicht erzielen lassen.

Nach dem angegebenen Verfahren wurden die Köpfe von drei ausgewachsenen mittelgroßen Hunden untersucht.

Tabelle X.

Schädelkapazität	Dura		a	b	c	Differenz von a u. b in	
	Volum in	Gewicht in	Kopfhöhle	Hirnvolumen	Hirngewicht		
ccm	ccm	g	ccm	ccm	g	ccm	%
93,6	2,5	2,7	91,1	91,2	92,8	0,1	0
93	3,2	3,6	89,2	88	90,4	1,2	1,5
78,2	3,2	3,4	74,9	73,2	78,4	1,7	2,1

Bei dem ersten Hund (Phosphorvergiftung) bestanden an den weichen Häuten des Hirns und Rückenmarkes kleinfleckige Hämorrhagien. Im Fall 2 (Arsenvergiftung) war die Pia stark hyperämisch.

Aus den drei Fällen ist die Differenz von Hirnvolumen und Kopfhöhle als sehr klein anzusetzen. Der natürlich unsichere Mittelwert der Differenz liegt zwischen 1—2 %, also noch niedriger als bei Kindern. Von der macerierten Schädelhöhle füllt das Volumen dieser Hundegehirne etwa 95 % aus. Bei einem verhältnismäßig so geringen Zwischenraum von Hirn und Schädel ist eine Hirnschwellung in dem Maße wie am menschlichen Gehirn nicht möglich. Daher werden Tierversuche über Zirkulationsstörungen am Gehirn immer nur mit Vorsicht zu deuten sein.

Zusammenfassung und Schlußfolgerung.

Das Verhältnis des Gehirns zur Kopfhöhle ist beim Menschen nicht konstant, sondern mannigfachen Schwankungen unterworfen. Als wichtigsten Faktor müssen wir dabei das Lebensalter ansehen: denn es finden sich für den Zwischenraum von Gehirn und Schädel in den einzelnen Altersstufen ganz verschiedene Werte.

Es ist beim Neugeborenen die durchschnittliche Differenz von Hirnvolumen und Schädelkapazität sehr gering und beträgt nur etwa $2^1/_2\,\%$ vom Fassungsraum der Kopfhöhle. Um ein geringes höher, etwa $3\,\%$ ist die Differenzzahl bei der folgenden Altersklasse (Kinder von 1 Woche bis zu 6 Jahren). Vom 6. Jahre ab wird der Zwischenraum von Gehirn und Kopfhöhle immer größer, bis er gegen Ende der Pubertät einen ziemlich konstanten Wert erreicht: die durchschnittliche Differenz beträgt dann bei Erwachsenen beiderlei Geschlechts etwa $7^1/_2\,\%$, wobei individuelle Schwankungen von $5—10\,\%$ noch im Bereich der Norm liegen. Während des ganzen mittleren Lebensalters bleibt die Differenz von Hirnvolum und Kopfhöhle annähernd dieselbe.

Im höheren Alter beginnt eine Abnahme der Gehirngröße, wodurch eine beträchtliche Vermehrung des Zwischenraums von Hirn und Schädel verursacht wird; es wird durch die senile Atrophie die mittlere Differenz, die wir für Erwachsene bestimmt haben, $7^1/_2\,\%$, bis etwa auf das Doppelte $15\,\%$ erhöht.

Die angeführten Durchschnittszahlen sind für die klinische Betrachtung von Hirnerkrankungen, vor allem für die Beurteilung des Hirndruckes, bemerkenswert. Da im Kindesalter der Zwischenraum von Hirn und Kopfhöhle relativ sehr klein ist, so müssen Schwellungszustände, zu denen gerade das zarte kindliche Gehirn neigt, sehr bald Symptome von Hirndruck hervorrufen; das geschwollene Gehirn hat keinen Platz mehr in der Kopfhöhle und wird gegen den Schädel bzw. gegen die Dura stark angepreßt. Ein solches räumliches Mißverhältnis tritt vor allem bei akuten Infektionskrankheiten an kindlichen Gehirnen auf und erklärt einen Teil der psychischen Störungen (Delirien, Benommenheit), die wir im klinischen Bilde akuter Infektionskrankheiten und bei eklamptischen Zuständen des Kindesalters besonders stark finden.

Im mittleren Lebensalter hat das Gehirn bedeutend mehr Spielraum in der Kopfhöhle: bei Erwachsenen ist für Hirnschwellung durch seröse Durchtränkung, für Wachstum von Hirntumoren oder für die Ausbreitung von Blutergüssen ein freier Raum vorhanden, der etwa $7—8\,\%$ von der Kopfhöhlenkapazität beträgt. Ein konkretes Beispiel erläutert dieses Zahlenverhältnis noch besser. In einer Kopfhöhle von 1400 ccm Kapazität ist neben dem Gehirn etwa 100 ccm freier Raum vorhanden

Noch günstiger wird das Verhältnis des Gehirns zur Kopfhöhle im höheren Alter. In der Kopfhöhle von 1400 ccm Fassungsraum verdoppelt sich, nachdem das Gehirn stärker atrophisch geworden ist, der Zwischenraum von Gehirn und Schädel, beträgt dann also etwa 200 ccm. So erklärt es sich, daß man bei Apoplexien oft relativ enorme Blutungen findet: Es ist eben der größte Teil des freien Liquor cerebrospinalis durch den Bluterguß im Gehirn verdrängt. Da das Gehirn soviel Raum zum Ausweichen hat, können auch Hirntumoren ein bedeutendes Wachstum erreichen, ehe es zu Hirndrucksymptomen kommt, die hauptsächlich und besonders akut durch die in der Umgebung eintretende seröse Durchtränkung oder auch durch Blutergüsse bedingt werden.

Es prägt sich keineswegs eine jede Hirnerkrankung durch Änderung des Zwischenraums von Hirn und Kopfhöhle aus. Doch finden sich bei Hirnerkrankungen, vor allem bei progressiver Paralyse, öfter Differenzzahlen, die sich von der Durchschnittszahl sehr weit entfernen; es ermöglicht nur die gleichzeitige Berücksichtigung von Schädelkapazität und Hirnvolumen die Beurteilung krankhafter Veränderungen (Schwellung, Atrophie).

Die Kapazität des macerierten Schädels ist etwa $6^1/_2$—7 % größer als die der frischen Kopfhöhle oder es sind zum Inhalt der frischen Kopfhöhle etwa 7 % zu addieren um die Kapazität des knöchernen zu erhalten.

Die Dura mater macht etwa 4 % der Kopfhöhle ($3^1/_2$ % der Kapazität des macerierten Schädels) bei Kindern wie bei Erwachsenen aus. Das Volum der Dura beträgt beim Erwachsenen im Durchschnitt 50—60 ccm. Die von der Dura überspannten Hohlräume nehmen etwa 3 % vom Innenraum des macerierten Schädels ein, was beim Erwachsenen etwa einem Volumen von 40—50 ccm gleichkommt.

Die Verhältnisse der Kopfhöhle sind ganz andere als beim Menschen, so daß Tierversuche am Gehirn nicht ohne weiteres auf die menschliche Anatomie und Physiologie zu übertragen sind.

Alle angegebenen Durchschnittswerte variieren individuell bedeutend, so daß nur größere Reihen von Messungen ein genaues Bild zu geben vermögen. Vielleicht werden durch weitere Untersuchungen neue gesetzmäßige Beziehungen zwischen Hirn und Schädel gefunden.

Literaturverzeichnis.

1) Apelt, Über den Wert von Schädelkapazitätsbestimmungen und vergleichende Hirngewichtsfeststellungen für die Innere Medizin u. Neurologie, Zeitschr. f. Nervenheilkunde Bd. 35 p. 306.

2) —, Weitere mikroskopische und physikalische Untersuchung der Hirnsubstanz zur Frage nach den Ursachen der Hirnschwellung, Zeitschr. f. Nervenheilkde. Bd. 30 p. 119.

3) Bolk, Kraniologische Untersuchungen holländischer Schädel, Zeitschr. f. Morphol. u. Anthropol. Bd. 5 p. 135.
4) —, Beziehungen zwischen Hirnvolumen u. Schädelkapazität, Petr. Camper. Nederl. Bijdr. tot de Anatom. Bd. 2 p. 511 1904.
5) v. Bischoff, Das Hirngewicht des Menschen, Bonn 1880.
6) Buschan, Artikel „Körpergewicht" in Eulenburg's Realenzyklopädie, 5. Aufl.
7) Hultgren, Das Hirngewicht des Menschen in Beziehung zum Alter und zur Körpergröße, Kungl. Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar Bd. 49 Nr. 10, Upsala 1912.
8) Marchand, Über das Hirngewicht des Menschen, Nr. IV des XXVII. Bds. d. Abhandlg. d. mathem.-physik. Kl. d. Kgl. Sächs. Gesellsch. d. Wissenschaften 1902.
9) —, Hirnschwellung bei Embolie, Berlin. klin. Wochenschr. Nr. 1 1894.
10) —, Vorstudien zur Anatomie der Mikrocephalie. Nova Acta d. Kais.-Leop. Karol. deutschen Akadem. d. Naturf. Bd. 53 Nr. 3, Halle 1890.
11) —, Störungen der Blutverteilung, Marchand-Krehl, Handbuch d. allgem. Pathol. Bd. II Abt. 1. Leipzig 1912.
12) Matiegka, Über das Hirngewicht die Schädelkapazität und die Kopfform, sowie deren Beziehungen zur psychischen Tätigkeit des Menschen, Sitzungsbericht d. kgl. böhm. Ges. d. Wissensch., Prag 1902.
13) Mittenzweig, Hirngewicht u. Geisteskrankheit, Allg. Zeitschr. f. Psych. Bd. 57 1905.
14) Pfister, Über das Gewicht des Gehirns und einzelner Hirnteile beim Säugling u. älteren Kinde, Neurol. Zentralbl. Nr. 12 1903.
15) —, Kapazität des Schädels beim Säugling und älteren Kinde, Monatsschr. f. Psych. u. Neurol. p. 577 1903.
16) Reichardt, Die Schädelkapazitätsbestimmung an d. Leiche, Allgem. Zeitschr. f. Psych. Bd. 62 H. 5 u. 6 1905.
17) —, Arbeiten aus d. Kgl. Psych. Klinik Würzburg Heft 1 1906, Heft 4 1909, Jena.
18) —, Zur Entstehung des Hirndrucks bei Hirngeschwülsten, Deutsch. Zeitschr. f. Nervenheilkde. Bd. 28 p. 306 1905.
19) Rieger, Eine exakte Methode der Kraniographie, Jena 1885.
20) Tandler, Sitzungsber. d. k.-k. Gesellsch. der Ärzte in Wien v. 3. V. 12, Wien. klin. Wochenschr. p. 729 1912.
21) Vierordt, Anatom., physiol. u. physik. Daten und Tabellen 2. Aufl., Jena 1893.
22) Welcker, Untersuchungen über Wachstum und Bau des menschl. Schädels, Leipzig 1862.
23) Zanke, Messungen des Schädelinnenraums I, Hirngewicht u. Schädelinnenraum II, Neurol. Zentralbl. p. 488 u. 882 1897.
24) Handmann, Über d. Hirngewicht des Menschen, Archiv f. Anat. u. Physiol. (Anat. Abt.) 1906.
25) Bayliss, and Hill, On intracranial pressure, Journal of Physiologie 1895.
26) Marchand, Über Formveränderung des Schädels und des Gehirns infolge frühzeitiger Nahtverknöcherung, Archiv f. Entwicklungsmechanik der Organismen Bd. 27 H. 2 1908.
27) Donaldson, The Growth of the Brain, London 1875.
28) Spitzka, E. A., A study of the Brain-Wrights of men notable in the Professions, arts and sciences, Philad. med. Journ. Mai 1903.

Anmerkung. Eine eingehende Erörterung der Veränderungen des Hirndruckes, seine Abhängigkeit vom Blutdruck nach den experimentellen Untersuchungen von Cushing u. A. und den Beobachtungen am lebenden Menschen war in dieser Arbeit, die die Feststellung der anatomischen Grundlagen zum Gegenstand hatte, nicht beabsichtigt. Es sei in dieser Hinsicht auf die bekannten Werke von Bergmann und von Kocher verwiesen. (M.)

Lebenslauf.

Ich, Fritz Otto Rudolph, wurde am 28. März 1888 als zweiter Sohn des Ratsförsters August Rudolph zu Ehrenfriedersdorf i. Sa. geboren. Bis 1899 besuchte ich die Bürgerschule meiner Heimatstadt, vom August 1899 ab das Progymnasium zu Grimma i. Sa., von wo ich 1902 auf die Landesschule zu Grimma übersiedelte. Nach bestandener Reifeprüfung 1908 widmete ich mich dem Studium der Medizin in Bonn, München und Leipzig, wo ich Juli 1910 die ärztliche Vorprüfung, im Mai 1913 das Staatsexamen ablegte. Die ersten 3 Monate meines praktischen Jahres verbrachte ich an der chirurgischen Universitätspoliklinik zu Leipzig. Seit 1. Sept. 1913 bin ich am Stadtkrankenhaus Pforzheim als Praktikant tätig.

G. Pätz'sche Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

G. Pätz'sche Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.